INFANTADO

Incompleto

Inv 227
n 216

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ,

Etablie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

TOME PREMIER.

SECONDE PARTIE.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA SEVILLA

AVIS.

La Société ſe propoſe de réimprimer la première partie de ſes Mémoires, ſous le même format, ſur le même papier & avec les mêmes caractères que celle-ci; ces deux parties pourront être ainſi réunies en un ſeul volume qui n'excédera pas les bornes ordinaires d'un *in-quartò*.

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ,

Etablie à GENEVE pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

TOME PREMIER.

SECONDE PARTIE.

A GENEVE,

De l'Imprimerie de J. P. BONNANT.

M. DCC. LXXX.

TABLE DES MEMOIRES

Renfermés dans cette SECONDE PARTIE.

INTRODUCTION. . . . . . Page j
PRÉCIS HISTORIQUE ſur les opérations de la SOCIÉTÉ. ibid.
NOTIONS PRÉLIMINAIRES ſur les divers objets traités dans les Mémoires de cette ſeconde Partie. xj

* * *

ESSAI SUR LES ECHAPPEMENS, par M. François CALLET. 1
MÉMOIRES SUR LE LAITON, par M. Pierre-André CHAMBRIER. 43
ESSAI SUR LES PRÉS, par un Auteur anonyme. . 52
CONSIDÉRATIONS PRATIQUES SUR LES ENGRENAGES, par M. Louis-Baptiſte PREUD'HOMME. 81
RAPPORT des Commiſſaires nommés par le Comité des Arts pour examiner le Mémoire ci-deſſus de M. Preud'homme. 133
DESCRIPTION D'UNE MACHINE deſtinée à ſéparer l'or & l'argent des terres & ſcories par le moyen de la trituration & de l'amalgame, inventée par M. le Baron de CHASTEL. 141
EXTRAIT MORTUAIRE DE GENEVE pour les années 1778 & 1779, par M. Louis ODIER, *D. M.* 144
CONSIDÉRATIONS SUR LA MÉTÉOROLOGIE, & réſultats d'obſervations faites à Genève pendant l'année 1778, par M. Marc-Auguſte PICTET. . 157

E R R A T A.

INTRODUCTION, *page* xxv *lig.* 29 comme 11 à 3 *lisez* comme 8 à 3.

Page 5 lignes 16 & 18 $\frac{m^2+q^2}{(4m-q)}$ lisez $\frac{m^2+q^2}{4(n-q)}$

Page 5 lignes 19, 22 & 23 $\frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{(2n-q)}$ lisez $\frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{2(n-q)}$

Page 5 ligne 24, on a la proprieté de la parabole, *lisez*, on a, par la proprieté de la parabole.

Page 13 ligne 19, Zs lisez ZS; Pz lisez PZ.

Page 14 ligne 13, $= X$ lisez $= x$.

Pages 18 & 19 lignes 17, 21 & 8, Z lisez z

Page 21 ligne 4 & suivantes, si l'on nomme &c. *lisez* si l'on nomme t, le tems du mouvement d'un corps; u, sa vîtesse; e, l'espace qu'il parcourt pendant le tems t; φ, la force accélératrice qui anime l'unité de masse; on aura &c.

Page 21 ligne 29, $y = x$ lisez $y = X$

Pages 41 & 42 lignes 31 & 1, osculation *lisez* oscillation.

Page 170 Table II à la fin, 27. 0. 13,1 *lisez* 26. 11. 13,1.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA SEVILLA

INTRODUCTION

A la ſeconde Partie des Mémoires de la Société, établie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

AVERTISSEMENT.

La SOCIÉTÉ, appellée à publier la ſeconde partie de ſes Mémoires, a cru devoir y joindre, en forme d'Introduction, un Précis hiſtorique de ſes principales opérations dans les deux années qui viennent de s'écouler. Elle a jugé encore, qu'en faiſant ſuivre ce Précis de quelques détails préliminaires ſur les matières traitées dans les Mémoires qu'elle publie, ces additions rendroient le volume plus intéreſſant & plus à portée de tous les lecteurs. Cette nouvelle forme, les ſoins qu'on a pris de la partie typographique, & le prix réel de la collection que renferme ce volume, nous font préſumer qu'il méritera l'attention du Public.

Précis hiſtorique ſur les opérations de la Société.

ON ſait combien les Arts, qui tiennent particuliérement à l'induſtrie & au goût, ſont heureuſement cultivés dans notre Ville, & on ſait auſſi que ces Arts doivent leur perfection à l'étude raiſonnée & approfondie de la nature. Ces conſidérations ont engagé la Société à fonder une école de Deſſin d'après nature, & cet établiſſement a réuſſi au-delà de notre attente. L'école fut ouverte le pre-

Ecole de Deſſin d'après nature.

mier Février 1778, elle a été dès-lors suivie avec un empressement & une assiduité qui font à la fois l'éloge des maîtres & des élèves, & les progrès de ces derniers ont été très-rapides, la Société en a vu la preuve en comparant des figures académiques qui ont obtenu cette année les trois prix qu'elle a fondés, avec celles qui avoient été couronnées l'année précédente.

Gravure en taille-douce.

On a vu avec d'autant plus de plaisir prospérer cet établissement que la Société le regarde comme la base d'une nouvelle branche d'industrie, qu'elle se propose d'introduire chez nous, & qu'elle a déja encouragée aussi efficacement qu'elle l'a pu, nous voulons parler de la gravure en taille-douce; c'est-là un des Arts qui nous conviennent le mieux, un Art où la main-d'œuvre fait tout, nous ne manquons ni de talens ni de secours pour le cultiver avec fruit, & le goût des estampes, si généralement répandu dans l'Europe, joint aux succès de la Typographie dans Genève, assurent à ses productions l'écoulement le plus avantageux.

Cours gratuit de Chymie.

Les occupations trop multipliées du démonstrateur de Chymie l'empêchèrent l'année dernière de donner le cours annuel fondé par la Société. Il a repris de nouveau ses fonctions, & l'empressement avec lequel on assiste à ses leçons, prouve assez combien elles sont utiles; la Chymie en effet tient à tous les Arts, pour ainsi dire, par leurs racines; car toutes les matières qu'ils emploient peuvent être regardées comme des produits chymiques. Les Emailleurs en particulier, ont retiré beaucoup de fruit de ce cours en se perfectionnant dans la préparation & l'emploi difficile des chaux & des verres métalliques, qui forment la base de presque toutes leurs couleurs.

Leçons de Méchanique appliquée à l'horlogerie.

Les leçons élémentaires de méchanique, appliquée à l'horlogerie, établissement qui intéressoit tellement la Société qu'il avoit principalement contribué à sa formation,

n'a pu encore ſe réaliſer par pluſieurs raiſons, & ſurtout par la difficulté de trouver un emplacement convenable & un Démonſtrateur tel que la Société le déſire; mais ces deux obſtacles ſont enfin levés, le cours que le Comité des Arts s'eſt chargé de dreſſer eſt fort avancé, on travaille aux machines néceſſaires, & nous avons lieu deſpérer qu'avant la fin de cette année ou au commencement de la prochaine, on jouira de cet établiſſement attendu, avec d'autant plus d'impatience qu'il ſera d'une utilité très-générale dans notre Ville.

Méridienne du Tems moyen.

L'horlogerie, qui fait une de ſes principales reſſources, a reçu de la Société pluſieurs encouragemens & des ſecours importans; de ce nombre eſt la conſtruction d'une méridienne du *Tems moyen.*

Détails à ce ſujet.

Tout le monde ſait que le ſoleil donne midi chaque fois qu'il eſt ramené au méridien par le mouvement journalier de la terre ſur ſon axe, & que l'on compte 24 heures d'un midi à l'autre; le Tems, ainſi donné immédiatement par le ſoleil ſur les méridiennes & les cadrans, s'appelle *Tems vrai* ou *apparent*, & c'eſt celui qu'on emploie dans l'uſage civil.

Mais par une ſuite de l'inégalité du mouvement de la terre dans ſon orbite annuelle, & de l'obliquité de cette même orbite au cercle, auquel on rapporte les phénomènes qui tiennent au mouvement diurne, la marche apparente du ſoleil n'eſt point uniforme; on compte bien toujours 24 heures d'un midi à l'autre, mais ces heures ſont inégales dans les différentes ſaiſons de l'année, & le ſoleil ne peut ſervir à meſurer le Tems qu'au moyen d'une correction que les Aſtronomes ont calculée pour tous les jours, & dont on a dreſſé des Tables; on l'appelle l'*Equation du Tems.*

Cette correction réduit le Tems donné par le ſoleil ou le *Tems vrai* à un Tems uniforme, tel que le donneroit

une horloge rigoureuſement parfaite, qui, marquant midi le premier & le dernier jour de l'année, au moment où le ſoleil eſt dans le Méridien, marcheroit dans l'intervalle ſans aucune inégalité ; le Tems que marqueroit cette horloge s'appelle *Tems moyen*, on y réduit les calculs aſtronomiques, il eſt le ſeul propre à ſervir de meſure, le ſeul enfin ſur lequel doivent ſe régler toutes les machines d'horlogerie.

Mais l'uſage des Tables d'équation, incommode & quelquefois embarraſſant pour la plupart des Artiſtes, étoit par cela même négligé ; on ſe contentoit pour l'ordinaire de comparer les montres avec la marche du ſoleil, & ſi elles la ſuivoient à-peu-près, on les regardoit comme réglées.

La Société a cru rendre un ſervice eſſentiel aux Artiſtes qui aiment & recherchent la perfection dans leur Art, en leur donnant la facilité d'obſerver le *Tems moyen* auſſi aiſément que le *Tems vrai*, & de ſe paſſer ainſi des Tables d'équation : elle a fait placer dans le mur & ſur l'ancienne Méridienne du Temple de St. Pierre, qui a été rectifiée à cette occaſion, une ligne courbe qui repréſente la marche du *Tems moyen* ; elle enveloppe, ſous la forme d'un 8 de chiffre, la Méridienne du *Tems vrai* & la croiſe en quatre endroits qui répondent aux quatre jours de l'année, où, par une compenſation entre les deux cauſes d'inégalité, le *Tems vrai* s'accorde avec le *Tems moyen* ; cette courbe, qui eſt irrégulière par ſa nature & qui le paroît encore davantage à cauſe de l'obliquité du mur, a été calculée & tracée avec un ſoin tout particulier par M. Mallet, Profeſſeur d'Aſtronomie ; elle eſt formée d'une barre de fer de ſix lignes en quarré, incruſtée très-ſolidement dans le mur ; les deux branches de la courbe, qui répondent aux deux intervalles entre les ſolſtices, ſont diverſement colorées ; & l'avertiſſement,

placé au-deſſous, indique de laquelle des deux on doit faire uſage ſuivant la ſaiſon où l'on eſt.

Au moment donc où le point lumineux, produit par les rayons ſolaires, traverſe la branche de la courbe qui répond à l'intervalle ſolſticial dans lequel on ſe trouve, il donne ce qu'on appelle le *Midi moyen*, les retours du ſoleil à la courbe ſont conſtamment de 24 heures toujours égales, & il réſulte ainſi de l'irrégularité apparente de cette courbe, une uniformité réelle & précieuſe.

Le Gouvernement, ſentant l'utilité de cet établiſſement, a rembourſé à la Société les frais qu'elle avoit faits à cet occaſion.

Coup de cloche qui marque l'inſtant du midi moyen.

Elle en a enſuite étendu & ſinguliérement facilité l'uſage en prépoſant une perſonne qui, chaque jour au moment du midi moyen, frappe un coup ſur la groſſe cloche, à l'aide d'une détente & de pluſieurs renvois. Ce coup, de nature à être entendu d'aſſez loin, diſpenſe la plupart des Artiſtes, dont le tems eſt précieux, de ſe tranſporter à la Méridienne pour régler leurs montres ou leurs pendules, & donne à tout le monde la même commodité; car, quelle que ſoit l'heure que les montres indiquent au moment où le coup ſe fait entendre, elles doivent marquer tous les jours la même heure au même inſtant, & la quantité dont elles en diffèrent en avance ou en retard donne préciſément le défaut de leur marche.

Degré de préciſion de cette opération.

La comparaiſon de ce coup avec le *Midi moyen*, conclu de l'obſervation du paſſage du ſoleil au Méridien faite journellement à l'obſervatoire de la manière la plus exacte, a fait voir que cette opération étoit ſuſceptible d'une préciſion aſſez grande & ſuffiſante pour ſon objet; car les réſultats n'ont jamais différé de plus de trois à quatre ſecondes de ceux de l'obſervatoire; & ſi l'on réfléchit à l'incertitude inſéparable d'une obſervation de ce genre, on ſentira que ce degré d'exactitude fait l'éloge de la mé-

thode, & annonce beaucoup d'attention & de juſteſſe dans le coup-d'œil des perſonnes qui la mettent en exécution.

Travail du Comité des Arts pour perfectionner la fabrication des limes.

On peut mettre encore au nombre des ſecours importans fournis à l'horlogerie, les travaux longs & ſoutenus du Comité des Arts pour perfectionner la fabrication des limes; celles qu'on tire d'Angleterre, & qui coûtent trois fois autant que les autres, ſemblent avoir perdu quelque choſe de cette ſupériorité décidée qu'elles avoient ſur celles de tout le reſte de l'Europe; on a ſenti combien il ſeroit avantageux de n'avoir plus à tirer de l'étranger l'inſtrument le plus commun & le plus néceſſaire à nos fabriques, & le Comité des Arts s'eſt occupé de cet objet avec le plus heureux ſuccès; on a commencé par répéter avec ſoin les procédés indiqués par différens Auteurs, & en particulier par M. PERRET dans ſon ouvrage ſur l'acier, inſéré dans la première partie de nos Mémoires, & quoiqu'on eût déja réuſſi par ce moyen à faire de bonnes limes, on a eſpéré d'en faire de meilleures en reprenant les travaux de plus loin; on a donc, par des épreuves multipliées, déterminé la qualité de l'acier, la manière de le travailler, le degré de recuit qui lui eſt propre, on a cherché à perfectionner les ciſeaux & l'exécution de la taille, mais on s'eſt ſur-tout attaché à la compoſition du *cément* qui enveloppe les limes avant la trempe, & elle a exigé des épreuves nombreuſes, on a fait beaucoup d'eſſais ſur la trempe elle-même, & on a enfin obtenu des limes qui, miſes ſous les yeux des Comités par la Commiſſion ſpécialement chargée de cet objet, ont paru égales en bonté, quelquefois ſupérieures aux limes Angloiſes ordinaires; pour ne rien laiſſer à deſirer, on a formé une ſeconde Commiſſion, chargée de répéter exactement les procédés de la première, elle a produit de même d'excellentes limes qui, répandues dès-lors parmi les Artiſtes, ont paru

mériter toute leur approbation ; cette découverte, indépendamment de ſon avantage pour nos fabriques, fournira probablement dans la ſuite à Genève une nouvelle branche d'exportation.

Recherches du Comité d'Economie.

Entre les objets d'utilité publique qui ont occupé le Comité d'économie, les recherches ſur la meilleure conſtruction des charrues & ſur celle des cheminées ont tenu le premier rang ; il eſt fâcheux que ces travaux exigent, par leur nature, un nombre d'eſſais, & une ſuite d'expériences qui demandent un tems aſſez long pour en conſtater la réuſſite ; mais un Artiſte du voiſinage, qui s'eſt déja occupé avec ſuccès de ce qui concerne la charrue, & qui a bien voulu communiquer ſes découvertes à la Société, y a joint un inſtrument de ſon invention qui eſt très-ingénieux, il eſt deſtiné à meſurer la force qu'emploient les bêtes de ſomme à traîner les fardeaux de toute eſpèce ; il eſt aiſé de comprendre combien d'expériences utiles on peut faire avec cet inſtrument, pour comparer entr'eux les avantages reſpectifs, des différentes conſtructions qu'on pourroit adopter dans les divers attelages depuis la charrue juſqu'au carroſſe ; auſſi la Société, après quelques eſſais, a-t-elle cru devoir en faire conſtruire un ſemblable à celui qu'elle a reçu de l'Auteur : quelques légers changemens qu'elle s'eſt permis d'y faire, en rendront l'uſage plus ſûr & plus facile ; nous donnerons dans nos prochains Mémoires la diſcription & le deſſin de cette machine qui n'a pu paroître dans ceux-ci.

Inſtrument pour meſurer la force qu'emploient les bêtes de ſomme dans leur travail.

Des recherches ſur nos poids & nos meſures ; ſur la poſſibilité d'établir chez nous des moulins à vent ; ſur la meilleure conſtruction des échelles pour les incendies, & ſur divers autres ſujets intéreſſans que nous ne détaillerons pas ici, occupent actuellement les Comités, & il y a lieu d'eſpérer que ce ne ſera pas ſans fruit.

Actes d'humanité & de dé-

La Société s'étoit bornée uniquement à l'objet qui lui

vouement récompensés publiquement.

avoit donné sa première existence, savoir l'encouragement des Arts & de l'Agriculture, lors qu'un événement extraordinaire, arrivé au mois d'Août 1777, fournit l'idée de faire servir cette institution à récompenser & à rendre publics les actes de dévouement dans lesquels on auroit exposé sa vie pour sauver celle d'un autre.

Une jeune fille tomba par accident dans le Rhône près d'un moulin en mouvement, sous lequel la rapidité du courant l'auroit inévitablement entraînée, si elle n'eût été promptement secourue.

Un jeune homme de 20 ans, affrontant courageusement le danger de se noyer lui-même, saute tout habillé du pont dans le fleuve, suit la jeune fille à la nage, l'atteint & donne à tout le Public, témoin de cet intéressant spectacle, une vive émotion, bientôt calmée par le plus heureux succès, il ramène cet enfant au pied d'une échelle qu'on s'empresse de lui procurer, & il a enfin la gloire de lui avoir sauvé la vie.

Cet événement, rapporté dans l'assemblée générale de la Société, y fit une vive sensation; on reçut avec acclamations la proposition de récompenser, de la manière la plus honorable, ce dévouement généreux; le jeune homme fut gratifié en public d'une médaille d'argent frappée au coin de la Société, & on prit la résolution de reconnoître de même à l'avenir de pareils actes de courage & d'humanité.

Deux ans après, l'occasion s'en présenta de nouveau; une fille lavoit des herbes au bout d'une planche mal assurée qui faisoit une saillie considérable dans le Rhône, la planche fit bascule & la fille tomba dans l'eau; soutenue d'abord par ses vêtemens, elle espéroit que ses efforts lui feroient atteindre un bateau attaché à quelque distance; mais l'effroi la saisit, elle perdit connoissance, & se trouva dans le péril le plus éminent.

Un

Un garçon boucher, attiré par des cris qui partoient de la rive opposée, vole à son secours; il entre dans le Rhône avec ses habits, se jette à la nage, & lui sauve la vie en courant le plus grand danger pour la sienne; car, se trouvant au confluent des deux bras du Rhône qui traversent la ville, s'il eût été entraîné quelques toises plus bas, il se voyoit au milieu du fleuve, & y auroit infailliblement succombé; cette action fut récompensée publiquement de la même manière que la précédente, & avec le même empressement de la part de la Société.

Quelques mois après, l'acte de dévouement, le plus brillant & le plus courageusement soutenu, donna encore à la Société la douce satisfaction de distribuer deux de ses médailles; nous ne nous étendrons pas sur cet événement publié avec tout le détail qu'il méritoit, dans les Journaux du tems, il nous suffira de dire que le toît assez vaste de la maison de correction étoit en feu d'un bout à l'autre, les Charpentiers qui y étoient montés d'abord pour essayer d'y porter quelque secours en descendirent bientôt, chassés par la violence du feu; mais trois d'entr'eux à qui les flammes coupèrent chemin furent forcés de rester sur le bord du toît embrasé, l'un d'eux déja âgé atteint par la flamme tombe dedans, ses deux camarades le relèvent à moitié brûlé & incapable de se soutenir, ils le transportent avec une adresse & une audace inouie le long du mur de face, en marchant sur des tuiles brisées & brûlantes au risque de se précipiter, ou dans une cour au-dessus de laquelle ils étoient élevés de près de quarante pieds, ou dans un épouvantable brasier; parvenus à l'angle du bâtiment, le plus difficile reste à faire, il faut descendre avec ce triste fardeau, la flamme les presse, il n'y a pas un instant à perdre, on leur tend deux perches d'une maison voisine, ils en font une espèce de pont & le passent hardiment, en emportant leur camarade aux yeux d'une multitude qui les admire en frémissant.

Cette belle action, qui fut rapportée dans l'Assemblée générale de la Société, y excita la plus vive émotion, & ceux qui l'avoient faite, y reçurent la récompense flatteuse & bien méritée de leur humanité & de leur courage.

Heureuse la Nation qui déja distinguée par des actes pareils de dévouement, s'honore encore davantage en sachant leur conférer le seul prix digne d'eux, les témoignages éclatans d'une approbation publique.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

Sur les divers objets traités dans les Mémoires de cette ſeconde partie.

LA meſure du Tems eſt peut-être un des plus beaux chef-d'œuvre, de l'invention humaine; ce torrent des ſiècles que rien n'arrête, qui entraîne & engloutit tout dans ſa marche uniforme & irréſiſtible, dans lequel l'homme nage un moment, puis diſparoît; ce même homme a ſu le ſoumettre au calcul, & ſaiſir dans un des modes de la matière la meſure unique que lui offroit la Nature. Meſure du Tems par le mouvement.

Le Tems, a-t-on dit, ne tombe point ſous les ſens; la ſucceſſion de nos idées en fait ſeule naître la notion, & cette ſucceſſion n'eſt pas ſuſceptible de meſure; mais le *Mouvement* s'exécute ſous nos yeux, il s'exécute dans le Tems & en eſt inſéparable; uniſſons intimement & à jamais ces deux marches, attachons au fugitif ſubtil & inviſible une chaîne qu'il dévidera en s'enfuyant & dont nous compterons les anneaux, cherchons un mouvement uniforme comme le Tems, ils s'écouleront enſemble, & la meſure de ce mouvement ſera celle du Tems lui-même.

Les révolutions des Corps céleſtes, ſi uniforme en apparence, ont dû ſans doute fournir la première meſure; le ſoleil nous a donné les jours & les années; une ſubdiviſion arbitraire a introduit les heures, les minutes & les ſecondes; la Méchanique a exécuté & rendu ſenſibles ces diviſions, & c'eſt ici le triomphe de l'art; les machines perfectionnées ont trouvé, pour ainſi dire, la nature en défaut, elles ont montré que la marche des corps céleſtes Meſures naturelles.

n'étoit pas rigoureuſement uniforme, & que, de tous leurs mouvemens, celui de la terre ſur ſon axe, rapporté, non au ſoleil mais aux étoiles fixes, poſſédoit ſeul ce caractère précieux d'uniformité : on l'a donc choiſi pour terme commun de comparaiſon, l'aſtronomie en a fait ſon unité, ſa meſure univerſelle, & après s'être ainſi aſſervi le Tems par le mouvement, elle a ſu faire du Tems lui-même un inſtrument pour meſurer l'eſpace, & plongeant à l'aide du calcul dans ces deux infinis qui embraſſent tout ce qui exiſte, elle a produit ces réſultats qui effraient l'imagination, mais dont l'eſprit s'enorgueillit.

Le fameux Problême des longitudes, à la ſolution duquel tant de Nations ſont intéreſſées, tient encore uniquement à la meſure du Tems, & achève de faire ſentir tout le prix & l'importance d'un moyen méchanique de le meſurer.

Meſure artificielle. Les propriétés eſſentielles d'un tel méchaniſme ſeront un mouvement continu, & une marche uniforme; la nature offroit deux principes de mouvement, la peſanteur & la force de reſſort, l'un ſenſiblement uniforme, l'autre variable, mais dont on a ſu égaliſer l'action par un moyen très-ſimple; on a cherché à employer dans une machine l'un ou l'autre de ces deux principes, & en augmentant la vîteſſe aux dépens de la maſſe, on a produit des mouvemens ſenſibles & rapides par des cauſes qui agiſſent aſſez lentement, & dont on peut facilement renouveller l'action lorſqu'elle approche d'être épuiſée; il reſtoit à rendre ces mouvemens uniformes, on a encore à cet égard approché d'aſſez près de la perfection, & voilà les Horloges. (1)

Compoſition de l'Horloge. Toute machine à meſurer le Tems renferme quatre parties bien diſtinctes.

(1) Ce mot ſe prend ici, & preſque par-tout où il eſt employé ci-après, dans l'acception la plus générale, & déſigne une machine quelconque ſervant à meſurer le Tems.

1°. La force motrice, qui eſt un poid ou un reſſort. La force motrice.

2°. L'aſſemblage des roues & des pignons qui forme le corps de l'Horloge, & qu'on peut regarder comme une ſuite de leviers deſtinés à tranſmettre la force motrice au travers de la machine, en augmentant la vîteſſe à volonté. Les engrenages.

3° Le Régulateur, qui eſt une pièce indépendante de l'Horloge; cette pièce doit avoir en elle-même un principe uniforme de mouvement aſſez puiſſant pour forcer la machine en réagiſſant ſur elle à marcher uniformément, & de telle nature que ce mouvement une fois commencé, n'ait beſoin que d'une très-petite addition que lui fournit la machine, pour ſuppléer à ce que les frottemens lui font perdre, & continuer ſans ceſſe ſon action : le pendule qu'on adapte aux Horloges, & le balancier, qui joint au reſſort ſpiral ſert de régulateur aux montres, rempliſſent ces conditions. Le Régulateur.

4°. Enfin, c'eſt au moyen de l'Echappement que la machine & ſon Régulateur communiquent enſemble & réagiſſent mutuellement; c'eſt par l'Echappement que la force motrice, parvenue à la dernière roue de la machine, vient ſe perdre inſenſiblement &, pour ainſi dire, goutte à goutte contre le Régulateur dont elle entretient les oſcillations, tandis que le Régulateur emploie ſa puiſſance & l'uniformité naturelle de mouvement que nous lui avons ſuppoſée, à modérer & rendre uniformes ceux de toute la machine. L'Echappement.

On voit donc que la bonté de l'Horloge tient en très-grande partie à celle de l'Echappement, que ce méchaniſme ſera d'autant plus parfait qu'il tranſmettra plus complettement l'action réciproque des deux forces, & que ſi, par des frottemens inévitables, il en abſorbe néceſſairement une petite partie, on doit faire en ſorte que cette quantité abſorbée ſoit la moindre poſſible & conſtamment la même. Importance de l'Echappement.

Les Echappemens qu'on a inventés en aſſez grand

On les réduit à deux eſpèces. nombre, peuvent ſe réduire à deux eſpèces, ils ſont ou à *recul* ou à *repos ;* dans ces derniers la force motrice eſt ſuſpendue & ſe repoſe, pour ainſi dire, par intervalles pendant une partie de la durée de l'action du régulateur ;

A repos.

A recul. dans les échappemens à *recul* la machine eſt toujours en mouvement, la force motrice & celle du régulateur ſe ſurmontent tour-à-tour, & s'impriment alternativement des mouvemens progreſſifs & retrogrades, les vibrations qui réſultent de ces mouvemens s'exécutent, dans de petits intervalles de tems, & c'eſt dans l'égalité de ces intervalles que git l'uniformité du mouvement & la perfection de la meſure.

Remarquons en paſſant que le corps humain, la plus belle ſans doute des machines, a auſſi ſon échappement & ſes pulſations, dont la régularité plus ou moins grande annonce l'état plus ou moins parfait de la machine, & que, par un haſard ſingulier, l'analogie ſe ſoutient juſque dans la durée abſolue de chacune de ces pulſations, qui eſt à peu près la même dans la pendule à ſecondes, & dans le corps humain.

Echappement à roue de rencontre. Entre les échappemens à recul, le plus généralement employé, ſur-tout dans les montres, eſt celui qu'on appelle à *roue de rencontre ;* ici la dernière roue de la machine a ſon plan perpendiculaire à ceux de toutes les autres roues, & l'axe du régulateur ſe préſente contre elle armé de deux palettes que les dents de la roue rencontrent & pouſſent alternativement en ſens contraire, ce qui produit les vibrations qu'on voit faire au balancier.

Ses défauts. Les défauts naturels de cet échappement ſont ſenſibles, on voit combien il doit y avoir de force perdue, & combien le double frottement, qui a lieu dans le jeu des pièces, doit les uſer & rendre leur marche irrégulière ; mais ces défauts ſont compenſés en partie par la facilité de ſon exécution, ce qui le fait admettre dans la plupart des montres, & en général dans ceux des ouvrages d'horlogerie

dans lesquels on ne demande pas une bien grande précision.

Cet échappement, plus connu que les autres, a été aussi mieux analysé; mais la théorie des échappemens à repos est presque absolument neuve & méritoit qu'un auteur, capable de la traiter à fond, voulût bien s'en occuper; elle fait l'objet du premier des Mémoires que renferme cette collection; son auteur M. Callet, Professeur de Mathématiques à Paris, l'adressa à la Société en réponse à la question indéterminée proposée dans son Programme de l'année 1777: on lui décerna la moitié du prix, en regrettant d'avoir tellement circonscrit la nature des pièces de concours qu'on ne pût l'accorder en entier.

Court exposé du Mémoire sur les Echappemens.

L'Auteur, après avoir exposé dès l'entrée les conditions nécessaires à la perfection d'un échappement, passe à une suite de Problêmes de géométrie qui roulent presque tous sur le mouvement des corps, sollicités par deux forces suivant une certaine loi & dans certaines directions; il s'est livré dans cette partie à quelques digressions qui, sans avoir un rapport immédiat avec le sujet, sont cependant intéressantes pour des géomètres.

Il considère ensuite les échappemens en général, & après avoir posé pour principe que tout échappement est le résultat d'un mouvement de rotation combiné avec un mouvement de vibration, il considère d'une manière tout-à-fait neuve les courbes résultantes de la combinaison de ces deux mouvemens, & retrouve ces courbes dans les solutions de ses Problêmes géométriques.

Parmi les échappemens à repos, celui dit à *cylindre*, l'échappement à *virgules* ou à *chevilles* & l'échappement à *ancre* sont regardés comme les meilleurs ou du moins comme étant le plus susceptibles de précision dans leur effet; l'Auteur s'en occupe successivement, & après les avoir décrits & analysé leur jeu de la manière la plus claire & de façon à en faire saisir le méchanisme aux Lecteurs les

moins verſés dans ces matières, il propoſe pour chacun d'eux des améliorations plus ou moins praticables.

Il détermine les courbures qu'il faudroit donner aux pièces frottantes dans ces divers échappemens pour que l'action fût uniforme, & s'attachant en particulier à l'échappement à *virgules* qu'il perfectionne très-ſenſiblement, il fait voir d'une manière frappante ſa ſupériorité ſur celui à *cylindre ;* le frottement ſur le repos eſt conſidérable dans ce dernier, & agit ſur des bras de levier, non-ſeulement aſſez longs, mais inégaux ; le contraire a lieu préciſément dans l'échappement à *virgules ;* le frottement y eſt uniforme & très-petit, mais ces avantages ſont bien diminués par l'extrême difficulté qu'on éprouve à le conſtruire.

L'auteur termine ſon ouvrage par la deſcription d'un nouvel échappement à *ancre*, dans lequel il a ſu corriger d'une manière ingénieuſe, & rendre preſque nul le frottement conſidérable que cet échappement produit ſur le repos lorſqu'il eſt conſtruit de la manière ordinaire.

Les artiſtes qui liront ce Mémoire ne l'entendront pas tous dans ſon entier, mais tous en tireront du fruit ; c'eſt déja un grand pas vers la perfection que la connoiſſance des obſtacles qui s'y oppoſent, & ils auroient à cet égard ſeul à gagner dans cette lecture ; mais il y a plus, l'application d'une théorie abſtraite & rigoureuſe aux ouvrages de l'art eſt toute entière à ſon avantage, elle mène droit au but en épargnant des tâtonnemens inutiles, l'entendement ſaiſit alors l'idée de la perfection, il en entrevoit la route, & les organes en s'efforçant de lui obéir, s'aiguiſent, s'aſſoupliſſent & parviennent enfin à cette exécution ſûre & rapide qui conſtitue l'habile ouvrier & produit les chefs-d'œuvres.

Imperfection de la matière, nuiſible aux progrès de l'art.

Mais en vain un Artiſte acquerra-t-il ce haut degré d'habileté dans l'exécution, s'il n'a entre les mains qu'une matière ingrate & rebelle qui expoſe au haſard la réuſſite de ſon travail ; un Horloger adroit & expéditif met trois jours

jours à conſtruire une roue de cylindre, incertain juſqu'au bout ſi elle ſortira de ſes mains ſans accident; & quand le Laiton qu'il a choiſi n'eſt pas parfaitement doux & homogène, il eſt aſſez probable qu'une dent pourra ſe caſſer vers la fin du travail, & cauſer à l'Ouvrier, outre une perte de tems conſidérable, un dépit & un découragement très-ſenſibles.

Compoſition du Laiton.

Le Laiton eſt un alliage réſultant d'un mêlange de deux parties de *Cuivre*, contre une, ou environ, d'un demi-métal qu'on appelle *Zinc*; c'eſt le moins aigre & le moins caſſant des demi-métaux, il eſt d'une couleur bleuâtre, & ſe fond aſſez facilement.

Ce demi-métal, allié au cuivre, change en un jaune brillant la couleur rougeâtre de ce dernier; & lui donne le degré de dureté, de conſiſtence, d'élaſticité, & de ſéchereſſe ſous la lime, qui le rend propre à un nombre d'ouvrages, auxquels le cuivre pur ne ſe prêteroit que bien difficilement.

Le Laiton, tel qu'il ſort de la fonte, eſt trop tendre & trop poreux pour être employé aux pièces délicates; on le recuit, & on le forge à froid, pour le rendre plus tenace & plus ſerré: mais s'il ſe trouve naturellement aigre, il ne peut ſupporter cette opération ſans trahir ſa mauvaiſe qualité, en ſe gerçant & s'éclatant ſous le marteau.

Laiton de chaudière.

Le Laiton appellé dans le commerce *Laiton de chaudière*, ſans doute parce que le cuivre qui le compoſe eſt tiré de vieilles chaudières, eſt le ſeul qui réuniſſe les qualités néceſſaires pour qu'on puiſſe le travailler preſque à coup ſûr; mais outre qu'il eſt d'un prix très-ſupérieur à l'autre, il commence à devenir fort rare, parce qu'on emploie à préſent, preſque par-tout, dans les travaux en grand, des chaudières de fer à la place de celles de cuivre.

Queſtion ſur le Laiton.

La Société, ſentant combien il étoit important de chercher à ſuppléer à cette ſource qui menace de tarir, propoſa en 1776, & renouvella en 1777, une queſtion ſur la manière de perfectionner le Laiton, & de remplacer le *Cuivre jaune de chaudière*.

Entre les Mémoires qu'elle reçut en réponſe à cette queſtion, un ſeul lui parut y avoir ſatisfait, mais ſeulement en partie, & on lui décerna en conſéquence la moitié du prix; ſon Auteur eſt Mr. P. A. CHAMBRIER, maître Orfévre à Genève.

Court expoſé du Mémoire ſur cette matière.

Il cherche d'abord à prouver, par expérience, que la préférence qu'on donne aux vieux vaiſſeaux de cuivre pour faire du bon Laiton n'eſt pas due à l'uſage qu'on peut avoir fait de ces vaiſſeaux, mais à leur compoſition primitive; & en conclut que la ſeule pureté des métaux qu'on emploie, & ſur-tout du zinc, peut fournir un alliage parfait.

L'Auteur fait enſuite l'analyſe de divers Laitons, depuis le meilleur au plus mauvais, pour trouver les rapports des quantités de cuivre & de zinc qui les compoſent; & trouve, comme il étoit naturel de le préſumer, que le Laiton eſt d'autant plus aigre & caſſant que le Zinc y domine davantage: il donne enſuite le détail du procédé qu'il a ſuivi dans la compoſition du Laiton dont il a joint les échantillons à ſon Mémoire.

Il emploie pour cet effet indifféremment deux eſpèces de cuivre, qui lui réuſſiſſent également bien, & ſont cependant d'un prix aſſez différent; il fait fondre ce cuivre avec quelques matières phlogiſtiques, & le jette, lorſqu'il eſt en fuſion, dans un baquet d'eau où le cuivre ſe met en grenaille; paſſant enſuite au zinc, il le purifie par le procédé indiqué dans la Docimaſie de Cramer, & le jette en grenailles comme le cuivre; puis il prend quatre marcs de cuivre & deux de zinc préparés comme ci-deſſus, les place dans un creuſet par lits alternatifs, ſéparés par une poudre dont il donne la compoſition, ferme le creuſet lorſqu'il eſt plein, & procède à la fonte; il agite la matière quand elle eſt en fuſion, & la coule dans un moule bien chaud; la matière refroidie ſe coupe par morceaux & ſe fond de nouveau, avec une certaine quantité de la poudre

indiquée ; on la jette enſuite dans des moules, d'où elle ſort telle que l'auteur l'a donnée.

Les épreuves qu'on a faites ſur ſes échantillons ont montré que ce Laiton, ſans être parfait, paroiſſoit cependant meilleur que celui qu'on trouve communément dans le commerce ; on a répété les procédés de l'auteur, & obtenu du Laiton paſſable, mais encore bien inférieur au Laiton de chaudière ; la Commiſſion nommée pour ces épreuves a pouſſé plus loin ſes recherches ſur le même ſujet, & a lieu d'eſpérer qu'elles ne ſeront pas infructueuſes.

L'ordre des Mémoires couronnés nous conduit naturellement à parler de l'*Eſſai ſur les Prés*, qui a remporté la moitié du prix, ſur la queſtion d'Agriculture propoſée en 1777, ſavoir, *quelle eſt la meilleure méthode d'établir & d'entretenir les Prés naturels & artificiels, rélativement aux diverſes plantes qui les compoſent, & de détruire les plantes, inſectes, & autres animaux qui leur ſont nuiſibles ?* L'Auteur de ce Mémoire ne s'eſt point fait connoître, & a conſacré la valeur de ſon prix à en propoſer un, dont il a laiſſé le ſujet au choix de la Société.

Queſtion d'Agriculture.

La récolte du bled, bien plus précieuſe ſans doute que celle des fourrages, eſt cependant une de celles qu'il nous importe le moins d'encourager chez nous ; cette propoſition paroîtra ſans doute fort étrange à ceux qui ignorent que la petiteſſe du territoire de la République, l'ingratitude du ſol & l'extrême population de la ville nous forcent à tirer de l'étranger preſque toutes nos denrées de première néceſſité.

La récolte du bled eſt moins importante chez nous que celle des fourrages.

Par un établiſſement, auſſi heureuſement conçu que ſagement adminiſtré, l'on remplit dans les tems d'abondance des magaſins, qui peuvent contenir une proviſion de bled ſuffiſante pour nourrir la ville pendant deux ans ; ce bled ſe tire de très loin, pour que les achats conſidérables qu'on en fait n'influent point ſur le prix de celui que nos voiſins nous fourniſſent, & qui ſuffit à la conſomma-

Pourquoi.

tion des particuliers qui font leur pain chez eux ; les boulangers, & ceux qui tiennent auberge ou penſion, ſont tenus à prendre leur bled dans les magaſins publics, à un prix moyen; ce prix dans les tems d'abondance eſt au-deſſus du prix courant, & au-deſſous dans les tems de diſette; ce qui, joint à l'attention qu'a le Gouvernement de faire vendre au marché, dans les tems de cherté, du bled tiré des magaſins publics, à un prix fort au-deſſous de ſa valeur du moment, empêche que cette denrée ne monte à un prix exceſſif; une circulation continuelle prévient dans les greniers les mauvais effets de l'entaſſement, & le prix du pain ne pouvant être changé que par ordre du Gouvernement, on n'eſt point expoſé aux variations que le monopole ou une terreur panique pourroient occaſionner.

Mais il n'en eſt pas ainſi des fourrages ; la nature de cette récolte & ſon volume font qu'elle n'eſt guère tranſportable, & doit ſe conſommer, pour ainſi dire, ſur la place; elle devient dès-lors ſujette à des variations de prix ſurprenantes, dont cette année même a offert l'exemple; & quelque haut que ſoit le prix actuel de cette denrée, il le ſeroit bien plus encore ſans l'établiſſement des prairies artificielles.

Cette méthode de culture, plus néceſſaire chez nous que par-tout ailleurs, à raiſon du peu de fertilité du ſol, n'y eſt cependant connue & en vigueur que depuis un petit nombre d'années; la Société a cherché à l'encourager & à l'étendre, en en faiſant un des objets de la queſtion propoſée.

Court expoſé de l'Eſſai ſur les Prés.

L'Auteur du Mémoire, après avoir expoſé dès l'entrée ce qu'il entend par Prés *naturels* & *artificiels*, diviſe ſon ouvrage en deux parties; dans la première, il traite de la manière d'établir les Prés en général, & dans la ſeconde il indique les procédés néceſſaires pour les entretenir.

Les plantes employées aux prés artificiels ſont en petit nombre & ſe rangent ſous deux claſſes, les *graminées* &

les *papilionacées* ; ces dernières donnent beaucoup de fourrage, mais exigent auſſi plus de ſoins ; les *graminées* donnent par contre un foin meilleur, & conſervent toutes leurs feuilles en ſéchant ; l'Auteur diſtingue & déſigne quatre eſpèces de *gramens* cultivés, & trois ſeulement de plantes *papilionacées*, ſavoir la *Luzerne*, le *Trefle*, & l'*Eſparcette* ou *Sainfoin ;* il en indique d'autres comme pouvant être cultivées avec ſuccès.

De la deſcription des plantes, l'Auteur paſſe à l'établiſſement des Prés, & il exige d'abord que, ſi le ſol ſe trouve être déja un pré ou une terre en friche, on commence par en faire un champ pour deux ou trois ans, & c'eſt l'uſage de tous les bons Agriculteurs.

Quant au tems où l'on doit ſemer les graines, il donne pour règle que *toutes les plantes des prairies artificielles, la Luzerne exceptée, doivent être ſemées en Automne & ſans mêlange d'autres graines, comme bled, avoine, &c. excepté, pour ce dernier cas, le Tréfle ſeul ;* cette règle eſt juſtifiée dans tous ſes points par les raiſonnemens de l'Auteur.

Il entre enſuite dans les détails de la culture néceſſaire aux terres qu'on convertit en praires artificielles, rélative aux trois plantes dont on les compoſe ordinairement ; puis il traite de chacune de ces plantes en particulier, & termine ainſi la première partie de ſon Mémoire.

Dans la ſeconde, qui roule ſur l'entretien des Prés, l'Auteur donne une nomenclature des plantes bonnes & mauvaiſes qu'on trouve pour l'ordinaire dans nos prairies, & indique les moyens d'extirper ces dernières ; quant aux inſectes & autres animaux nuiſibles, il eſt très-difficile de s'en débarraſſer tout-à-fait ; l'Auteur a cependant réuſſi à cet égard juſqu'à un certain point par les procédés qu'il indique.

Les arroſemens, les engrais, la manière de recueillir le foin l'occupent ſucceſſivement, & il termine ſon ouvrage par l'expoſé d'une méthode très-ſimple de renou-

veller les Prés naturels. Nous renvoyons pour tous les détails au Mémoire lui-même, qui ſera lu avec plaiſir par les Agriculteurs; & nous paſſons à l'eſſai ſur les engrenages, préſenté à la SOCIÉTÉ par M. *L. B. Preud'homme*, Artiſte diſtingué de notre ville.

Notions préliminaires ſur les Engrenages.

Nous avons dit, en parlant de l'horloge en général, que c'étoit au moyen des engrenages que la force motrice ſe tranſmettoit de roue en roue au travers de la machine; il y a une diſtinction à faire entre ces roues, les unes *mènent*, les autres ſont *menées*; les premières donnent l'impulſion qu'elles ont reçue de la force motrice, les autres la reçoivent; la communication de ce mouvement ſe fait au moyen des dents dont ces roues ſont armées, & c'eſt dans la pénétration mutuelle, & l'action réciproque de ces dents, que conſiſte ce qu'on appelle l'engrenage.

Les mobiles qui mènent s'appellent *roues* en horlogerie, & les mobiles menés ſe nomment *pignons* (2); les dents des pignons portent le nom *d'aîles*, & les pignons eux-mêmes ne ſont autre choſe que de petites roues d'acier, qui, faiſant un certain nombre de révolutions pour une de la roue qui les fait mouvoir, rendent le mouvement de plus en plus rapide, à meſure que les mobiles s'éloignent de la force motrice.

Importance des Engrenages.

On comprend aiſément que cette communication de mouvement doit s'exécuter de la manière la plus uniforme poſſible, ſans quoi la quantité de force motrice qui arrive à l'échappement & de là au régulateur ſeroit ſujette à des variations, qui nuiroient eſſentiellement à la régularité de la marche.

On voit encore que ſi la roue emploie à conduire le pignon plus de force qu'il n'en faut, ce ſurplus ſera en pure perte, & ne ſervira qu'à rendre les frottemens plus rudes & accélérer la deſtruction de la machine.

(2) Les cas aſſez rares où le pignon mène la roue, n'empêchent pas qu'en général la définition ne ſoit juſte, pour ce qui concerne l'horlogerie.

Ces conſidérations, & d'autres que nous paſſons ſous ſilence, font des engrenages une des branches difficiles de l'art de l'horlogerie; & ſi on réfléchit encore que toutes les machines à roues dentées qui ſervent à multiplier les forces, & qu'on emploie aux uſages les plus ordinaires de la vie civile, n'agiſſent que par engrenages, on ſe formera une idée de l'importance de cette matière, & on ne s'étonnera point que les Géomètres l'aient trouvée digne de leurs ſpéculations.

Ils ont déterminé la figure que devoient avoir les dents des roues, pour produire dans tous les cas cette uniformité dans la *menée*, qui eſt une des premières conditions d'un bon engrenage; cette figure eſt celle d'une ligne courbe nommée *Epicycloïde*, facile à décrire en grand, mais qui, tranſportée ſur une des faces de la dent d'une roue de montre, eſt bien difficile à diſtinguer d'un arc de cercle.

Les Artiſtes, de leur côté, en cherchant à profiter des recherches des Géomètres, ont fait une étude particulière des engrenages; ils ont cherché à ſubſtituer l'action ſûre & égale des machines à celle de la main, par-tout où l'irrégularité naturelle de celle-ci auroit été de quelque conſéquence dans l'exécution; & par une foule d'obſervations de pratique délicates & ſubtiles, ils ont enfin amené cette branche de l'Art à un point de perfection aſſez éminent.

Parmi ceux qui méritent à cet égard la reconnoiſſance du Public, l'Auteur de l'Eſſai ſur les engrenages que nous annonçons, tient ſans doute une des premières places. Nous ſupprimons les détails rélatifs à cet ouvrage, on les trouvera dans le Rapport imprimé à la ſuite du Mémoire: nous exhortons les Lecteurs de tout ordre à lire ce Rapport, & les Artiſtes à étudier avec réflexion l'ouvrage lui-même; il eſt le fruit d'une expérience longue & raiſonnée, & les inſtrumens nouveaux que l'Auteur y décrit, & par leſquels il facilite, non-ſeulement la pratique des engrenages, mais un nombre d'opérations rélatives à la conſ-

truction des montres, ſont de nature à être accueillis avec empreſſement.

Machine à ſéparer l'Or & l'Argent des ſcories.

L'ordre des Mémoires nous amène à une invention qui a déja réuni les ſuffrages de tous les Artiſtes appellés à s'en ſervir, & qui a paru digne de l'attention & de la reconnoiſſance de la Société ; nous voulons parler de la machine deſtinée à ſéparer l'Or & l'Argent des terres & ſcories, par le moyen de la trituration & de l'amalgame. M. le Baron DE CHASTEL, inventeur de cette machine, a bien voulu, à la requiſition de la Société, en donner la deſcription & le deſſin pour être inſérés dans ſes Mémoires.

On travaille à Genève une quantité conſidérable de matières d'Or & d'Argent ; & par la nature de ce travail, les atteliers où il s'exécute ſe rempliſſent peu à peu de fragmens de ces matières précieuſes, qui, mêlées avec les balayures, ou enſevelies dans les pores des creuſets & les cendres des laboratoires, ne peuvent en être ſéparées que par une trituration, ſuivie d'un lavage & d'un amalgame avec le Mercure ; opérations qui conſumoient beaucoup de tems, & ne réuſſiſſoient jamais aſſez parfaitement pour dégager toutes les parties métalliques.

M. le Baron DE CHASTEL a trouvé le moyen de faire exécuter ces trois manipulations à une ſeule & même machine que l'eau fait mouvoir ; les ouvriers n'y emploient qu'un huitième du tems qu'il leur falloit dans l'ancienne méthode, & les parties métalliques ſe ſéparent beaucoup mieux.

On trouve dans le même emplacement & à côté de la machine, un fourneau dans lequel ſe fait la ſéparation du Mercure de l'amalgame, d'avec l'Or ou l'Argent qui en fait la baſe ; de façon que l'opération entière ſe pratiquant dans le même lieu, un ouvrier qui arrive le matin avec ſes balayures & ſes ſcories s'en retourne le ſoir avec un culot d'Or, ſans avoir pris preſque aucune peine.

Une ville comme la nôtre a ſur-tout beſoin de machines

en

en ce genre, & on ne peut qu'applaudir aux travaux de ſes Citoyens qui cherchent à en inventer de nouvelles, ou à perfectionner celles qui exiſtoient déja : & rien ne prouve mieux l'utilité de cet établiſſement que la diligence avec laquelle on a conſtruit dans la ville de pareilles machines, quoiqu'aſſez diſpendieuſes.

Les deux ouvrages qui terminent la collection commencent une ſuite, dont on trouvera la continuation dans les Mémoires de la Société, à meſure qu'ils paroîtront, & que le tems pourra rendre très-intéreſſante. L'un de ces Mémoires offre des Tables raiſonnées de la mortalité, tirées des extraits mortuaires de Genève; & on trouve dans l'autre les réſultats d'obſervations météorologiques, faites avec ſoin. La ſociété a chargé de ces objets deux Membres de ſes Comités, & on peut mettre encore les réſultats de leur travail au nombre des projets utiles qu'elle a encouragés & réaliſés.

Extrait mortuaire de Genève.

Monſieur L. Odier, rédacteur du premier de ces deux Mémoires, y préſente au public le rôle des morts pour les années 1778 & 1779, ſous deux points de vue différens; rélativement à l'âge, au ſexe, & au genre de mort.

La première de ces combinaiſons donne lieu à des remarques aſſez ſingulières : il en réſulte d'abord que la probabilité de vie des femmes eſt plus grande que celle des hommes, même avant la naiſſance; enſuite, quoique la vie moyenne ſoit peut-être plus longue ici qu'ailleurs, on y trouve moins d'exemples de vieilleſſes prolongées au-delà des bornes ordinaires; enfin la proportion entre les femmes mariées & les célibataires eſt environ comme 11 à 3; il eſt ſans doute peu de pays où le mariage ſoit plus en honneur.

L'Auteur donne, dans la ſeconde Table, un rôle des morts dans les différens mois de l'année; cette Table continuée pendant un long tems fera connoître quelles ſont les ſaiſons les plus meurtrières, & ſera intéreſſante à comparer avec les Tables météorologiques.

Dans la troiſième les morts ſont rangés ſuivant les maladies ; l'on y voit que les plus meurtrières à Genève ſont celles de langueur provenant de quelque ſuppuration intérieure, l'hydropiſie, l'apoplexie & les fièvres bilieuſes & malignes ; quant aux Epidémies, la petite vérole eſt la ſeule qui ſoit dangereuſe juſqu'à un certain point. L'Auteur entre dans tous les détails néceſſaires à l'intelligence des Tables, & termine ſon ouvrage par un rôle des maladies épidémiques dans les différens mois de l'année ; ce rôle lui fournit encore des remarques utiles.

Tables Météorologiques.

L'Auteur du Mémoire ſur la Météorologie, ayant été chargé de rédiger le préſent Ecrit, on lui permettra de ne pas s'arrêter long-tems ſur l'extrait de ſon propre ouvrage. Ceux qui voudront le parcourir y trouveront des conſidérations ſur l'utilité des Obſervations Météorologiques en général, ſuivies d'une deſcription des inſtrumens qu'il emploie, & de la manière dont il fait les obſervations.

L'Auteur, s'attachant particuliérement à la marche du Baromètre, a cherché à la dégager, par toutes les corrections dont elle étoit ſuſceptible, des influences étrangères au poids de l'air ; puis, ſéparant les obſervations faites le matin, vers midi & le ſoir, il en a conclu des moyennes pour chaque mois, & ces moyennes forment la première des deux Tables qui accompagnent le Mémoire.

On trouve dans cette même Table une colomne qui indique, par une combinaiſon nouvelle, la plus ou moins grande variabilité de l'Athmoſphère dans les diverſes ſaiſons de l'année. La ſeconde Table renferme les variations extrêmes du Baromêtre pour chaque mois.

Le Mémoire eſt terminé par des remarques générales ſur la Température de l'année 1778 ; & on y a joint une figure qui repréſente, par une ligne courbe, & d'une manière également commode & exacte, la marche du Baromètre pendant toute l'année.

MEMOIRE

De M. François CALLET,

Professeur de Mathématiques des Aspirans au Corps Royal du Génie à Paris.

Qui a remporté la moitié du Prix proposé par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, sur la question indéterminée proposée dans ses Programmes du premier Juillet 1776 & premier Décembre 1777.

QUESTION.

On propose un Prix de vingt-quatre Louis, ou une Médaille d'argent avec le surplus en espèces, au choix de l'Auteur ou de l'Artiste, qui produira le meilleur Mémoire, ou le meilleur Instrument, tendant à la perfection de quelqu'un des Arts qui s'exercent dans Genève, comme l'Horlogerie, la Bijouterie, la Teinture, l'Architecture pratique, les Arts rélatifs au Dessin, &c.

ESSAI

SUR LES ÉCHAPPEMENS.

Dieu dit au mouvement, du tems ſois la meſure.
T. O. S. L. T.

1. DE toutes les piéces qui entrent dans la conſtruction d'une horloge, celles qui compoſent le méchaniſme que les Artiſtes appellent *échappement* ſont ſans contredit les plus délicates & les plus ſuſceptibles de ſoins & de préciſion.

C'eſt par ce méchaniſme que la dernière roue de la machine tranſmet le mouvement au Régulateur qui en modère la vîteſſe à ſon tour, ſoit en réagiſſant ſur elle, ſoit en ſuſpendant ſon mouvement.

2. S'IL exiſte quelque différence ſenſible entre les impulſions que reçoit le Régulateur, les amplitudes de ſes vibrations ne ſeront pas ſenſiblement les mêmes, & par conſéquent les durées de ces mêmes vibrations varieront ſenſiblement; à moins que ce Régulateur ne ſoit un pendule qui décrit de très-petits arcs.

3. SI lorſque le Régulateur réagit ſur la dernière roue, les impulſions que celle-ci reçoit en ſens contraire éprouvent quelque variation ſenſible, la quantité de mouvement que perd le Régulateur en vertu de chaque réaction, & par conſéquent celle qui lui reſte ne ſera pas conſtamment la même; ce qui troublera ſon iſochroniſme.

4. SI la réaction qu'éprouve la dernière roue de la part du Régulateur eſt trop conſidérable par rapport à l'action qu'elle exerce ſur

lui, il y aura une trop grande quantité de mouvement en pure perte, qui ne tendra qu'à la deſtruction de la machine.

5. Si le frottement ou les autres cauſes qui produiſent la ſuſpenſion du mouvement de la dernière roue, diffèrent trop ſenſiblement, les vibrations du Régulateur ne feront point ſenſiblèment iſochrones.

6. Enfin ſi ces mêmes cauſes altèrent trop ſenſiblement le mouvement du Régulateur, la machine ſera ſujette à s'arrêter.

On pourroit faire bien d'autres obſervations non moins utiles que les précédentes; mais celles-ci ſuffiſent pour faire ſentir quels ſont les principaux inconvéniens auxquels il faut obvier, & en quoi conſiſte la bonté d'un échappement.

On diſtingue en général deux ſortes d'échappemens.

7. Dans le premier qu'on nomme échappement à recul, la dernière roue, après avoir imprimé au Régulateur une certaine quantité de mouvement, en reçoit une autre à ſon tour par ce même Régulateur qui l'oblige à tourner en ſens contraire. Tels ſont l'échappement à roue de rencontre, l'ancien échappement à ancre, &c.

8. Dans le ſecond qu'on nomme échappement à repos, la dernière roue, après avoir agi ſur le Régulateur, rencontre un obſtacle qui l'arrête tout-à-coup, ſuſpend un inſtant ſon mouvement, & diſparoît enſuite pour lui laiſſer la liberté de le reprendre & d'agir de nouveau ſur le Régulateur. Tels ſont l'échappement à cylindre, l'échappement à chevilles, &c.

9. Je ne parlerai point ici des échappemens à recul; ceux qui deſirent quelques détails ſur ces ſortes d'échappemens, peuvent conſulter ce qui en a été dit dans l'Encyclopédie; on y traite particulièrement de la roue de rencontre. Ses défauts & ſes avantages y ſont diſcutés, de manière à ne laiſſer rien à deſirer ſur cette matière.

10. Je ne m'occuperai donc que des échappemens à repos. Ceux qui en ont parlé ſe ſont contentés de les décrire. Je ne connois aucun ouvrage dans lequel on ait donné, pour les conſtruire, des règles fondées ſur la théorie. Il eſt vrai que ſi l'on veut avoir égard à toutes les cauſes qui tendent à faire varier le mouvement du Régulateur, il

ſera très-difficile, ou pour mieux dire impoſſible, de donner ſur cette matière des méthodes rigoureuſes ; mais on peut faire abſtraction de la plupart de ces cauſes, afin de réduire le problême à un état de ſimplicité qui le rende ſuſceptible d'analyſe ; ſauf à conſulter enſuite l'expérience, afin de ſavoir juſqu'à quel point on doit avoir égard aux élémens qui ne ſont point entrés dans le calcul : mais, dira-t-on, puiſqu'il faut en venir aux expériences, pourquoi ne pas d'abord interroger la Nature, & donner des règles fondées ſur ſes réponſes ? Je conviens que tout ce qui nous vient d'un ſi bon maître ne peut être que précieux, que la Nature répond toujours à toutes les queſtions que nous lui faiſons ; mais que de ſoins, que de ménagemens ne devons-nous pas apporter lorſque nous la conſultons, & lorſque nous raſſemblons les faits qu'elle nous offre ! Si nous voulons que ces faits aient une certaine liaiſon, & qu'il n'y ait rien d'équivoque dans la forme ſous laquelle ils ſe préſentent, ſi nous deſirons enfin remonter de chacun des effets à la cauſe qui l'a produit, dans le cas même où chacun des faits obſervés pourroit réſulter de différentes cauſes. Nous ne devons rien attendre de la plupart de ces Praticiens bornés qui agiſſent ſans principes, qui ſuivent ſervilement le chemin qu'on leur a tracé, & auxquels une aveugle routine tient lieu de tout raiſonnement. Il eſt vrai que, dans la claſſe des Ouvriers, on en voit pluſieurs qui, ſans avoir beaucoup étudié, découvrent pourtant des principes, en déduiſent des conſéquences, & ſur ces premiers fondemens, établiſſent, ſans s'en appercevoir, une théorie plus ou moins complette de leur art. Ne ſoyons donc pas étonnés ſi de pareils Praticiens, qui ſont plus Géomêtres qu'ils ne penſent, font des découvertes plus ou moins heureuſes ; faiſons attention que chez eux la théorie & la pratique ſe prêtent mutuellement des ſecours, & convenons qu'il n'exiſte point d'art, point de ſcience qui ne ſoit appuyé ſur des principes, ſur des raiſonnemens & par conſéquent ſur une théorie.

Avant d'entrer en matière, je vais réſoudre quelques Problêmes de Géométrie. Ces Problêmes, ainſi que les Corollaires que j'en déduirai, ſeront comme autant de Lemmes auxquels j'aurai recours par la ſuite.

PROBLÊME I.

Fig. Premiere. 11. SUPPOSONS que la droite AD ſe meuve parallelement à elle-même le long de AB, & que tandis que ſon extrémité A gliſſe uniformément ſur AB, un corps placé en A parcourre la droite AD d'un mouvement uniformément accéléré, quelle eſt la courbe que décrira le corps A ?

SOLUTION.

SOIENT $AB = m$; $AD = n$; $AP = y$; $Ap = y'$; $PM = x$; $pm = x'$; déſignons par t le tems employé à parcourir AP ou PM & par t' le tems employé à parcourir Ap ou pm ; cela poſé,

Nous aurons, puiſque le mouvement le long de AB eſt uniforme, $y : y' :: t : t'$, ou $y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2$, en vertu du mouvement uniformément accéléré le long de AD, nous aurons $t^2 : t'^2 :: x : x'$, par conſéquent $y^2 : y'^2 :: x : x'$, ou $y^2 : x :: y'^2 : x' :: m^2 : n$, d'où l'on tire $y^2 = \frac{m^2}{n} \times x$ équation à la parabole. Les abciſſes de cette parabole ſont ſur la droite AD, les ordonnées paralleles à AB, & le parametre eſt une troiſieme proportionnelle à AD & à AB.

Fig. 2. 12. SI le corps placé en A étoit en outre animé au commencement du mouvement d'une viteſſe capable de lui faire parcourir AA' dans le tems que AD parcourt AB, on formeroit ſur AA' & ſur AB un rectangle $AA'B'B$ dont on tireroit la diagonale AB' & le Problême ſe changeroit en celui-ci.

PROBLÊME II.

13. TROUVER la courbe décrite par un point A ſollicité par deux forces dont l'une lui a imprimé un mouvement capable de lui faire parcourir uniformément la droite AB' tandis que l'autre agiſſant ſans ceſſe ſur lui, tend à lui faire parcourir $A'D$ ou ſon égale AD' d'un mouvement uniformément accéléré.

SOLUTION.

Soient $AB = m$; $AD = n$; $AP = u$; $Ap = u'$; $PM = \zeta$ $pm = \zeta'$ $AA' = q$; nous aurons AD' ou $A'D = n - q$ & $AB' = \sqrt{(m^2 + q^2)}$. Défignons de plus par t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm ; nous aurons comme ci-deſſus $u : u' :: t : t'$ ou bien $u^2 : u'^2 :: t^2 : t'^2$ & $t^2 : t'^2 :: \zeta : \zeta'$. Donc $u^2 : u'^2 :: \zeta : \zeta'$. Ou bien $u^2 : \zeta :: u'^2 : \zeta' :: m^2 + q^2 : n - q$. D'où nous tirons $u^2 = \frac{m^2 + q^2}{n - q} \times \zeta$ équation à la parabole. Les abciſſes ſont ſur le diametre AD & les ordonnées paralleles à la tangente AB'. Le parametre de ce diametre eſt une troiſieme proportionnelle à AD' & à AB'.

Pour rapporter cette équation à l'axe, nous obſerverons que le parametre d'un diametre quelconque eſt quadruple de la diſtance de l'extrémité de ce diametre au foyer. Menons donc AF du point A au foyer F, prolongeons AB' juſqu'en T & du point F, abaiſſons la perpendiculaire FG ſur AT, nous aurons $AF = \frac{m^2 + q^2}{(4n - q)}$ les triangles ſemblables $AB'A'$, AFG nous donnent cette proportion

$$AB\ (\sqrt{(m^2 + q^2)} : AA'\ (q) :: AF\ \left(\frac{m^2 + q^2}{4n - q}\right) : AG = \frac{q\sqrt{(m^2 + q^2)}}{(4n - q)}$$

Donc $AT = \frac{q\sqrt{(m^2 + q^2)}}{(2n - q)}$.

Les triangles ſemblables $AB'A'$, AQT nous donnent les deux proportions ſuivantes.

$$AB'\ (\sqrt{m^2 + q^2}) : A'B'\ (m) :: AT\ \left(\frac{q\sqrt{(m^2 + q^2)}}{(2n - q)}\right) : AQ = \frac{mq}{2(n - q)}$$

$$AB'\ (\sqrt{(m^2 + q^2)} : AA'\ (q) :: AT\ \frac{q\sqrt{(m^2 + q^2)}}{2(n - q)}) : QT = \frac{q^2}{2(n - q)}$$

Donc $aQ = \frac{1}{2} QT = \frac{q^2}{4(n - q)}$. Maintenant on a la propriété fondamentale de la parabole.

$\overline{AQ}^2 = aQ \times p$ (en nommant p le parametre de l'axe) d'où l'on tire $p = \frac{\overline{AQ}^2}{aQ} = \frac{m^2 q^2}{4(n-q)^2} \times \frac{4(n-q)}{q^2} = \frac{m^2}{n-q}$. Le parametre de l'axe eſt donc une troiſieme proportionnelle à AD' & à AB & l'équation à la parabole eſt en nommant y les ordonnées & x les abciſſes de l'axe, $y^2 = \frac{m^2}{n-q} \times x$.

Fig. 3. 14. Si AD aulieu d'être une ligne droite étoit un arc de courbe dont la longueur fut connue, on prendroit les abciſſes ſur cet axe & l'équation de la courbe cherchée ſeroit encore de cette forme $y^2 = px$; la courbe ne ſeroit pourtant point une parabole. Ses deux branches ne ſeroient ni égales, ni ſemblables, comme on peut s'en convaincre en jettant un coup d'œil ſur la figure troiſiéme; mais on peut très-aiſément la conſtruire à l'aide d'une parabole que j'appelle parabole auxiliaire, ainſi qu'on va le voir dans les Problêmes ſuivans.

PROBLÊME III.

15. Soit AD un arc de cercle qui ſe meut uniformément & parallelement à lui-même le long de AB ou de AB' en partant du point A, tandis qu'un corps d'abord placé en A le parcourt d'un mouvement uniformément accéléré, quelle eſt la courbe que décrit le corps A, en vertu de ce double mouvement?

SOLUTION.

Nommons r le rayon de l'arc AD; ϖ le rapport de la circonférence au diametre ou de la demi circonférence au rayon $\frac{1}{n}$ le rapport du nombre de degrés compris dans l'arc AD à 180° : $\frac{\varpi}{n}$ exprimera le rapport de l'arc AD au rayon; par conſéquent arc $AD = \frac{\varpi r}{n}$ & nous aurons en conſervant les mêmes dénominations que dans les Problêmes précédens.

$y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2 :: x : x'$ ou bien $y^2 : x :: y'^2 : x' :: m^2 : \frac{\varpi r}{n}$ d'où l'on tire $y^2 = \frac{m^2 n}{\varpi r} \times x = \frac{\overline{AB}^2}{AD} \times x$ équation de la courbe cherchée.

Pour décrire la courbe de cette équation, conſtruiſons d'abord une parabole qui ait pour parametre une troiſiéme proportionelle à l'arc AD & à AB. Soit AME (*fig.* 1.) cette parabole. Partageons la portion AD de l'axe en un grand nombre de parties, aſſez petites pour qu'étant portées ſur l'arc AD (*fig.* 3.) chacune d'elles ſe con-

fonde ſenſiblement avec le petit arc auquel elle doit ſervir de corde. Par les points P' & p' élevons les perpendiculaires $P'M$ & $p'm$, reſpectivement égales aux ordonnées correſpondantes $P'M$, $p'm$, de la parabole auxiliaire, les points M & m ainſi déterminés appartiendront à la courbe demandée.

Si l'on prolonge l'arc DA en deſſous de la droite $B'AB$ & que l'on conçoive que le mobile, aulieu de parcourir AD, ſe meuve ſuivant ſon prolongement, il en réſultera une courbe dont les deux branches ſeront reſpectivement égales à celles de la courbe $E'AE$.

PROBLÊME IV.

16. SUPPOSONS que la droite AC tourne uniformément autour du centre C, tandis qu'un corps placé ſur un point quelconque A, s'approche ou s'éloigne du centre C, en parcourant AC d'un mouvement uniformément acceléré; quelle eſt la nature de la courbe décrite par le corps A? Fig. 4.

SOLUTION.

SOIENT $AC = r$; l'arc $AP = y$; l'arc $Ap = y'$; $PM = x$ $pm = x'$; déſignons par t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; nommons ϖ le rapport de la demie circonférence au rayon; $\frac{1}{m}$ le rapport du nombre de degrés compris dans l'arc AB à 180°; faiſons enfin $BE = n$, & concluons de nos dénominations que $AB = \frac{\varpi r}{m}$. Cela poſé, en vertu du mouvement uniforme autour du point C, nous aurons $y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2$.

A cauſe du mouvement uniformément accéléré le long de AC nous trouverons $t^2 : t'^2 :: x : x'$.

Donc $y^2 : y'^2 :: x : x'$ ou bien $y^2 : x :: y'^2 : x' :: \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} : n$, d'où nous tirons $y^2 = \frac{\varpi^2 r^2}{m^2 n} \times x$ équation de la courbe cherchée.

Pour tracer cette courbe on conſtruira d'abord une parabole auxiliaire qui ait pour parametre une troiſième proportionnelle à BE &

à l'arc AB. Soit AME (*fig.* 1.) cette parabole, on partagera la partie AB de l'axe des ordonnées en un assez grand nombre de parties, telles que Pp, assez petites chacune pour qu'étant portées sur l'arc AB (*fig.* 4.) elles se confondent sensiblement chacune avec l'arc qu'elles soutendent. Par les points de division Pp, & par le point C on tirera les droites MPM' mpm' &c. sur lesquelles on portera les parties PM' pm' &c. égales respectivement aux abciſſes PM' pm' &c. de la parabole auxiliaire. Les points Mm, &c. ainsi déterminés appartiendront à la courbe demandée.

Il est évident que si le rayon au lieu de tourner uniformément dans le sens AB tourne en sens contraire, tandis que le corps placé en A s'approche ou s'éloigne du centre C suivant la même loi que ci-dessus, il résultera de ce mouvement composé deux nouvelles branches de courbes parfaitement égales chacune à chacune des deux premières.

Si le corps étoit placé au centre C, au commencement du mouvement, il en résulteroit une spirale parabolique.

PROBLÊME V.

17. CONCEVONS maintenant que l'arc DAD' soit fixement attaché
Fig. 5. à la droite AC qui le touche au point A, & que tandis que le système de ces deux lignes se meut uniformément autour du point C, un corps placé en A parcoure l'arc AD ou AD' d'un mouvement uniformément accéléré, quelle sera la courbe décrite par le corps A?

SOLUTION.

NOMMONS l'arc AP, y; l'arc Ap, y'; l'arc PM, x; l'arc pm, x'; le rayon AC de l'arc AB, r; celui de l'arc AD, r'; le rapport de la demie circonférence au rayon ϖ; représentons par t & t' respectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; par $\frac{1}{m}$ & $\frac{1}{n}$ respectivement le rapport du nombre de degrés compris dans

dans l'arc AB & dans l'arc AD à 180°, ce qui donne arc $AB = \frac{\varpi r}{m}$ & arc $AD = \frac{\varpi r'}{n}$ nous aurons comme ci-deſſus,

$y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2 :: x : x$ ou bien

$y^2 : x :: y'^2 : x' :: \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} : \frac{\varpi r'}{n}$

d'où l'on tire $y^2 = \frac{n}{\varpi r'} \times \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} \times x$

équation de la courbe demandée.

Cette courbe ſe conſtruira comme les précédentes par le moyen d'une parabole auxiliaire qui doit avoir pour parametre une troiſième proportionnelle à l'arc BE & à l'arc AB.

On voit, & la figure 5 le montre aſſez, que les quatre branches de courbe qui réſultent des différens ſens ſuivant leſquels on conçoit que le corps ſe meut, doivent être différentes les unes des autres.

Tous les problêmes qui précèdent ne ſont que des cas particuliers du problême ſuivant.

PROBLÊME VI.

18. SOIENT deux courbes AB, AD (*fig.* 5.) qui ſe coupent ſous un angle quelconque. Concevons que la courbe AD ſe meuve le long de AB ſuivant une loi donnée, de manière pourtant que l'angle que font ces deux courbes aux différens points où elles ſe coupent ſoit conſtamment le même, tandis qu'un corps placé en A parcourt la courbe AD ſuivant une loi auſſi donnée : Il s'agit de trouver la courbe décrite par le corps A en vertu de ce double mouvement.

SOLUTION.

PRENONS pour axe des abciſſes la courbe AD, & pour axe des ordonnées la courbe AB. Nommons AP, y; Ap, y'; PM, x; pm, x'; AB, m; AD, n; t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; repréſentons de plus par Y, Y', X, X', M, N, reſpectivement des fonctions de y, de y', de x, de x', de m, & de n; cela poſé

En vertu du mouvement le long de AB nous aurons $Y : Y' :: t : t'$.

En vertu du mouvement le long de AD nous trouverons $t : t' :: X : X'$ par conſéquent $Y : Y' :: X : X'$ ou bien $Y : X :: Y'X' :: M : N$. Donc $YN = XM$, équation de la courbe cherchée.

19. Si les lignes AD & AB aulieu d'être courbes étoient droites, on trouveroit la même équation pour la courbe cherchée qui ſeroit alors une courbe algébrique, & l'on en feroit uſage pour décrire la courbe tranſcendante de léquation $YN = XM$ à laquelle elle ſerviroit de courbe auxiliaire.

PROBLÊME VII.

Fig. 6. 20. Soient une courbe $An\zeta$ dont la nature eſt inconnue & une droite AB, mobiles circulairement, la courbe autour du point A, la droite autour du point B. Concevons de plus qu'une cheville attachée à l'extrémité A de la droite AB, force la courbe $An\zeta$ à tourner dans le ſens $\zeta' V \zeta$ en ſorte que la cheville A, après avoir détruit l'arc quelconque AN arrive en un point quelconque N à l'inſtant que le point n de la courbe $An\zeta$ après avoir décrit l'arc niN d'un nombre de degrés égal à celui de l'arc AN, arrive au même point N, on demande la nature de la courbe $An\zeta$.

SOLUTION.

Menons par le point A la tangente AD & faiſons attention que l'angle DAN a pour meſure la moitié de l'arc AN, d'où il ſuit que le nombre de dégrés de l'arc iN eſt la moitié de celui de l'arc AN, que ſi nous faiſons l'arc in égal à l'arc iN le point n appartiendra à la courbe cherchée ; puiſque l'arc niN eſt ſemblable à l'arc AD, le même raiſonnement ayant lieu pour tous les autres points de la courbe, il s'enſuit que cette courbe eſt un arc de cercle qui touche l'arc AN au point A & dont le rayon Ab eſt égal à AB.

21. Si nous faiſons chacun des arcs MN, $Z\zeta$ &c. égaux reſpectivement à chacun des arcs niN, $\zeta' V \zeta$ &c. nous aurons une ſuite

de points tels que M, Z, &c. & la courbe $AMZB$ qui paſſe par ces points, ſatisfera encore aux conditions du problême, c'eſt-à-dire, que la cheville A la fera tourner autour du point A dans le ſens $\zeta V \zeta'$ ſuivant la même loi qu'elle fait tourner l'arc $An\zeta$ dans le ſens $\zeta' V \zeta$.

Pour trouver la nature de cette nouvelle courbe, abaiſſons la perpendiculaire MP ſur AB que nous prendrons pour axe des abciſſes, & nommons AB, a; AP, x; PM, y. nous aurons $PB = a - x$; AM ou $AN = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ $BM = \sqrt{(a^2 - 2ax + x^2 + y^2)}$.

Obſervons que le triangle MAN eſt iſoſcelle ainſi que le triangle ABN. Ces deux triangles ont un angle égal; car (par la propriété de la courbe AM), l'angle MAN doit être égal à l'angle ABN. Donc la ſomme des deux angles ANM & AMN du triangle AMN eſt égale à la ſomme des deux angles BAN, BNA du triangle ABN donc l'angle ANM & l'angle ANB ſont égaux, puiſque les deux triangles MAN & ABN ſont iſoſcelles; donc les deux triangles MAN, ABN ſont ſemblables & les deux droites MN & NB ne ſont qu'une ſeule & même ligne droite, nous aurons donc la proportion,

$AB\,(a) : AN\,(\sqrt{(x^2+y^2)} :: AN\,(\sqrt{(x^2+y^2)} : MN = \frac{x^2+y^2}{a}$. Or $AB = BN = BM + MN$; nous aurons donc $a = \sqrt{(a^2 - 2ax + x^2 + y^2)} + \frac{x^2+y^2}{a}$ ou bien $a^2 - x^2 - y^2 = a\sqrt{(a^2 - 2ax + x^2 + y^2)}$ quarrant chaque membre, l'équation deviendra $a^4 + x^4 + y^4 - 2a^2x^2 - 2a^2y^2 + 2x^2y^2 = a^4 - 2a^3x + a^2x^2 + a^2y^2$.

Paſſant tous les y dans le premier membre & réduiſant, nous aurons $y^4 - (3a^2 - 2x^2) \times y^2 = 3a^2x^2 - 2a^3x - x^4$ équation du quatrième degré qui exprime la nature de la courbe. Nous en tirons dabord

$$y^2 = \frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}{2}$$ & enfin

$$y = \pm\sqrt{\left(\frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}{2}\right)}$$

En donnant à x différentes valeurs, on aura tout d'un coup les valeurs de y qui correſpondent à ces différentes valeurs de x.

Fig. 7. 22. SOIT par exemple $x = 0$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{3a^2 \pm 3a^2}{2}\right)}$ ou $y = \pm 0$ & $y = \pm a\sqrt{3}$. Notre courbe a donc deux branches qui paſſent par le point A, & deux autres branches qui paſſent à une diſtance de ce point exprimée par $a \times \sqrt{3}$; l'une en deſſus, l'autre en deſſous de l'axe des abciſſes.

23. SOIT $x = a$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{a^2 \pm a^2}{2}\right)}$ ou bien $y = \pm 0$ & $y = \pm a$.

La courbe a donc deux branches qui paſſent par le point B & deux autres qui paſſent à une diſtance a de ce point, l'une en deſſus, l'autre en deſſous de AB.

24. SOIT $x = -2a$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{-5a^2 \pm 5a^2}{2}\right)}$ ou bien $y = \pm 0$ & $y = \pm a\sqrt{(-5)}$.

La courbe a donc ſeulement deux branches qui coupent l'axe des abciſſes à gauche du point A & à une diſtance $2a$ de ce point. Les deux autres valeurs de y ſont imaginaires.

Soit $x = a + n$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{a^2 - 4an - 2n^2 \pm \sqrt{(a^4 - 8a^3 n)}}{2}\right)}$ quantité qui devient réelle ou imaginaire ſelon les différentes valeurs qu'on donne à n. Elle ſera réelle tant que n ne ſera pas plus grand que $\frac{a}{8}$: car en ſuppoſant $n > \frac{a}{8}$ nous aurons $8n > a$; & $8a^3 n > a^4$ ce qui rend la valeur de y imaginaire.

Si nous faiſons $n = \frac{a}{8}$ nous aurons $y = \pm\frac{a\sqrt{(15)}}{8}$ ainſi la plus grande des valeurs qu'on peut donner à x eſt $a + \frac{a}{8}$ ou $\frac{9a}{8}$. La courbe ne s'étend donc point au-delà de ce terme.

Soit $x = -(2a + p)$ nous aurons

$y = \pm\sqrt{\left(\frac{-5a^2 - 8ap - 2p^2 \pm \sqrt{(25a^4 + 8a^3 p)}}{2}\right)}$ valeur imaginaire tant que p ſera poſitif puiſque $5a^2 + 8ap + 2p^2$ eſt évidemment plus grand que $\sqrt{(25a^4 + 8a^3 p)}$. La plus grande des abciſſes négatives eſt donc $-2a$.

25. EN donnant à x différentes valeurs compriſes entre les limites $+\frac{9a}{8}$ & $-2a$ nous trouverons les valeurs correſpondantes de y & nous verrons qu'aux x poſitives répondent quatre valeurs réelles pour y,

deux positives & deux négatives, & qu'aux x négatives répondent pour y deux valeurs réelles seulement l'une positive & l'autre négative. Les deux autres valeurs de y sont imaginaires. Nous en conclurons que cette courbe a quatre branches qui passent du côté des x positives & que deux de ces quatre branches seulement passent du côté des x négatives, ainsi qu'on le voit dans la figure septième qui représente cette courbe toute entière.

26. POUR mener une tangente à cette courbe, on pourroit calculer la valeur de la soutangente PT par le moyen de la formule $\frac{y\,dx}{a\,y}$; mais il est plus simple de calculer celle de la sounormale par le moyen de la formule $\frac{y\,dy}{dx}$. En effet, en différentiant l'équation $y^2 = \frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}{2}$ on trouve $2\,ydy = -2\,xdx \mp \frac{2a^3\,dx}{\sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}$ & $\frac{y\,dy}{dx} = -x \mp \frac{a^2}{\sqrt{(9a^2 - 8ax)}}$ ou bien $\frac{y\,dy}{dx} = -x \mp \frac{a^2}{4\sqrt{\left(\frac{9a^2}{16} - \frac{ax}{2}\right)}} = -x \mp \frac{a^2}{4\sqrt{\left(\frac{9a^2}{16} - \frac{6ax}{12}\right)}} = \mp \frac{\frac{3}{2}a \times \frac{3}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}} - x$ qui donne la construction suivante.

Prenez les trois quarts de AB & portez-les de P en Q, portez pareillement les deux tiers de AP de Q en S. Sur PQ comme diametre décrivez le demi cercle PZQ & par le point S élevez la perpendiculaire ζs qui sera ordonnée au cercle. Tirez la corde $P\zeta$; portez la moitié de AB, de P en V, sur AB & de P en u sur PZ; tirez la droite VZ & par le point u menez-lui la paralelle $u\zeta$. Portez AP de ζ en R, tirez la droite RM & par le point M élevez la perpendiculaire TM sur RM elle sera la tangente demandée. Fig. 9.

Car (par la propriété du cercle PZQ) on a $PZ^2 = PQ \times PS = \frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)$ par conséquent $PZ = \sqrt{\left(\frac{3a}{4} \times \left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}$ les triangles semblables PVZ, $P\zeta u$, donnent $PZ\left(\sqrt{\left(\frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}\right) : PV\left(\frac{1}{2}a\right) :: Pu\left(\frac{1}{2}a\right) : P\zeta$. Donc

$$Pt = \frac{\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3a}{4} \times \left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}} \text{ \& } PR = \frac{\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3a}{4} \times \left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}} - x$$

L'autre valeur de PR qui eſt $PR = \frac{-\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3a}{4} \times \left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}} - x$

ſert à mener une tangente à l'autre branche de la même courbe.

Fig. 6 & 7. 27. CHERCHONS maintenant l'expreſſion du rayon oſculateur pour un point quelconque de cette courbe, & pour cela reprenons l'équation $y^4 - (3a^2 - 2x^2) \times y^2 = 3a^2x^2 - 2a^3x - x^4$ que nous pouvons mettre ſous cette forme $y^4 - 3a^2y^2 + 2x^2y^2 - 3a^2x^2 + 2a^3x + x^4 = 0$. Différentions cette équation & nous trouverons $(4y^3 - 6a^2y + 4x^2y) \times dy + (4xy^2 - 6a^2x + 2a^3 + 4x^3) \times dx = 0$ (A) Différentions encore une fois en regardant dx conſtant, il nous viendra $(4y^3 - 6a^2y + 4x^2y) \times ddy + (12y^2 - 6a^2 + 4x^2) \times dy^2 + (4y^2 - 6a^2 + 12x^2) \times dx^2 + 16xy\,dxdy = 0$ (B)

Faiſons pour abréger $4y^3 - 6a^2y + 4x^2y = x$;
$12y^2 - 6a^2 + 4x^2 = \beta$; $4xy^2 - 6a^2x + 2a^3 + 4x^3 = \gamma$
$4y^2 - 6a^2 + 12x^2 = \delta$; $16xy = \theta$; nous aurons $\alpha dy + \gamma dx = 0$
$\alpha ddy + \beta dy^2 + \delta dx^2 + \theta dxdy = 0$; par conſéquent

$$dy = -\frac{\gamma dx}{\alpha}; \quad dy^2 = \frac{\gamma^2 dx^2}{\alpha^2}; \quad dxdy = -\frac{\gamma dx^2}{\alpha};$$

$$dx^2 + dy^2 = \left(\frac{\alpha^2 + \gamma^2}{\alpha^2}\right) \times dx^2; \quad ddy = -\left(\frac{\beta dy^2 + \delta dx^2 + \theta dxdy}{\alpha}\right)$$

qui devient en mettant pour dy^2, & $dxdy$ leurs valeurs

$$ddy = -\left(\frac{\beta\gamma^2 + \alpha^2\delta - \alpha\gamma\theta}{\alpha^3}\right) \times dx^2.$$

Subſtituons toutes ces valeurs dans l'expreſſion générale du rayon oſculateur qui eſt, comme on ſait, $R = \frac{(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}}}{-dxddy}$. (en ſuppoſant dx conſtant) nous aurons, toutes réductions faites, $R = \frac{(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}}}{\beta\gamma^2 + \alpha^2\delta - \alpha\gamma\theta}$ expreſſion finie du rayon de la développée pour un point quelconque de notre courbe, dans laquelle il ne s'agit plus que de ſubſtituer les valeurs de α, β, γ, &c. mais il vaut mieux la laiſſer ſous cette forme & chercher les expreſſions particulières de α β &c. qui réſultent des

différentes valeurs de x & de y pour les substituer ensuite dans la valeur de R ainsi qu'on va le voir dans les exemples qui suivent.

Exemple premier.

28. SOIT $x=0$, nous aurons $y=0$ ou $y=\pm a\sqrt{3}$. Prenons d'abord le cas ou $y=0$ nous trouverons $\alpha=0$; $\beta=-6a^2$; $\gamma=2a^3$; $\delta=-6a^2$; $\theta=0$, par conséquent $R\left(\frac{(0+4a^6)^{\frac{3}{2}}}{+24a^8+0}\right)=\frac{8a^9}{24a^8}=\frac{a}{3}$. Le rayon de la courbure au point A est donc égal au tiers de la ligne AB. Prenons le cas où $y=a\sqrt{3}$ nous aurons $\alpha=6a^3\sqrt{3}$; $\beta=30a^2$; $\gamma=2a^3$; $\delta=6a^2$; $\theta=0$; par conséquent $R=\frac{(108a^6+4a^6)^{\frac{3}{2}}}{120a^8+648a^8}=\frac{(112)^{\frac{3}{2}}\times a}{768}=1{,}54335\times a$ à moins d'un cent millième de a ou bien $R=\frac{267a}{173}$ avec autant d'exactitude, ou encore $R=\frac{71a}{46}$ à un dix millième près.

Exemple second.

29. SOIT $x=a$ on aura $y=0$ ou $y=a$. Prenons le cas où $y=0$ nous trouverons $\alpha=0$; $\beta=-2a^2$; $\gamma=0$; $\delta=6a^2$; $\theta=0$; par conséquent $R=\frac{0}{0}$ expression qui ne nous apprend rien. Cela vient parce que le point B est un point multiple; mais si nous faisons attention que dans une courbe qui a des points multiples on doit avoir, en prenant pour x & pour y les valeurs qui déterminent chacun de ces points, $\frac{dx}{dy}=\frac{0}{0}$; nous verrons aisément que le coefficient de ddy, ainsi que celui de ddx doivent se réduire à zéro. Reprenons donc l'équation A, & différentions-la sans faire varier dx ni dy. Nous aurons $(12y^2-6a^2+4x^2)\,dy^2+(4y^2-6a^2+12x^2)\,dx^2+16xy\,dx\,dy=0$ (C). Différentions de nouveau en faisant seulement dx constant; il nous viendra $(6y^2-3a^2+2x^2)\,dy\,ddy+6y\,dy^3+6x\,dx\,dy^2+2y\,dy\,dx^2+6x\,dx^3+8xy\,dx\,ddy+8y\,dx^2\,dy=0$ qui devient (en observant qu'au point B, $x=a$ & $y=0$) $-a\,dy\,ddy+6dx\,dy^2+6dx^3=0$, d'où nous tirons $ddy=\frac{6\,dx\,dy^2+6\,dx^3}{a\,dy}$. L'équation C devient pareillement $-dy^2+3dx^2=0$ ou $dy^2=3dx^2$,

par conſéquent $dy = \pm dx\sqrt{3}$. Donc $ddy = \frac{18\,dx^3 + 6dx^3}{\pm a\,dx\sqrt{3}} = \frac{24\,dx^2}{\pm a\sqrt{3}}$; $(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}} = (dx^2 + 3\,dx^2)^{\frac{3}{2}} = 8dx^3$. Donc $R = \frac{8\,dx^3}{\pm dx \times 24\,dx^2} = \frac{}{\pm a\sqrt{3}} =$ $\mp \frac{a\sqrt{3}}{3} = 0$, 57735 × a à moins d'un cent millième ou bien $R = \frac{153\,a}{265}$ valeur auſſi exacte que la précédente, ou bien encore $R = \frac{56\,a}{97}$ à moins de trois cent-millièmes.

L'autre valeur de R ſavoir $R = -\frac{a\sqrt{3}}{3}$ appartient à une autre courbe égale à la précédente, dont les deux branches paſſent par le point B, mais dont l'origine eſt en a'.

Prenons le cas où $y = a$ nous aurons $\alpha = 2a^3$; $\ell = 10a^2$; $\gamma = 4a^3$; $\delta = 10a^2$; $\theta = 16a^2$ $(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}} = (20a^6)^{\frac{1}{2}} = (5 \times 4a^6)^{\frac{1}{2}} = 8a^9(5)^{\frac{1}{2}}$ $= 8a^9 \times 5\sqrt{5} = 40a^9\sqrt{5}$, par conſéquent $R = \frac{40a^9\sqrt{5}}{72a^8} = \frac{5a\sqrt{5}}{9}$ $= 1{,}21402$. A moins d'un cent millième $= \frac{17\,a}{14}$ à deux dix millièmes près.

Exemple troiſième.

30. SOIT $x = -2a$ ce qui donne $y = 0$; nous aurons $\alpha = 0$; $\ell = 10a^2$; $\gamma = -18a^3$; $\delta = 42a^2$; $\theta = 0$ $(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}} = -5832a^9$; $\ell\gamma^2 = 3240a^8$; donc $R = \frac{-5832\,a}{3240} = -\frac{9\,a}{5}$. Le rayon oſculateur eſt ici négatif, parce qu'il eſt poſé ſur l'axe des abciſſes dans le ſens des x négatifs.

On trouvera de la même manière la valeur du rayon de la développée pour tous les autres points de cette courbe.

31. EN donnant à x de très-petites valeurs telles que $\frac{a}{100}, \frac{a}{90}, \frac{a}{80}$, &c. on verra que le rayon de la développée demeure ſenſiblement égal à $\frac{a}{3}$ d'où l'on conclura que la courbure ne varie pas ſenſiblement aux environs du point A lors même que $x = \frac{a}{10}$. Le rayon oſculateur qui devient alors égal aux neuf vingt-cinquièmes de AB (à moins d'un centième de a) ne diffère du tiers de cette même ligne que d'un ſoixante-

ſoixante-quinzième, ce qui n'eſt point une erreur trop conſidérable. On pourra donc, lorſque l'on n'aura beſoin que d'une petite portion de l'arc AM, ſubſtituer à cette courbe un arc de cercle d'un rayon égal au tiers de AB. Cette remarque nous ſera très-utile par la ſuite.

32. JE ne m'arrêterai pas davantage à détailler les propriétés de cette courbe, elle en a beaucoup qui ſont étrangères à notre objet. En voici une entr'autres qui ſe préſente ſi naturellement que je ne crois pas devoir la paſſer ſous ſilence.

La courbe dont il s'agit ici eſt telle que chacun des arcs niN $\zeta V\zeta'$ &c. eſt égal à chacun des arcs NM, ζZ &c. mais la droite AD partage en deux parties égales chacun des arcs niN, $\zeta V\zeta'$ &c. Donc chacun des arcs in, $V\zeta$ &c. eſt la moitié de chacun des arcs $NM\zeta Z$ &c. & par conſéquent le tiers de chacun des arcs iNM, $V\zeta Z$ &c. On voit donc que la courbe $AMZB$ donne une ſolution très-ſimple du fameux problême de la triſection de l'angle. Fig. 6.

Cette propriété eſt d'autant plus heureuſe que la courbe étant une fois tracée, on peut s'en ſervir comme d'une eſpèce de plate-forme, pour diviſer tout angle donné en trois parties égales.

Soit par exemple l'angle $V'A'Z'$ qu'il s'agit de partager en trois parties égales, on tirera la ligne AZ (*fig.* 6.) qui faſſe avec AV l'angle VAZ égal à l'angle donné $V'A'Z'$; par le point Z où cette droite coupe la courbe $AMZB$, on décrira du point A pris pour centre l'arc $ZV\zeta'$, la partie $V\zeta$ de cet arc compriſe entre l'arc de cercle $AN\zeta$ & la droite AV ſera la moitié de l'arc $Z\zeta$, & par conſéquent le tiers de l'arc VZ qui eſt la meſure de l'angle VAZ ou $V'A'Z'$. Il en ſera de même de tout autre angle.

33. NOUS avons ſuppoſé que l'eſpace angulaire décrit par la courbe AM étoit conſtamment égal à l'angle décrit par la droite AB; mais ſi l'on vouloit que le nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la courbe AM fut au nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la droite AB dans le rapport conſtant de m à n, le problême ſeroit beaucoup plus difficile, les équations auxquelles on arriveroit monteroient à des degrés très-élevés & dans

preſque tous les cas, les courbes cherchées ne pourroient être décrites que par des opérations de tâtonnement. Je dis dans preſque tous les cas, parce qu'il y en a quelques-uns dans leſquels on peut déterminer exactement tant de points qu'on voudra des courbes cherchées. Ces cas ſont ceux qui dépendent de la multiplication & de la biſection de l'angle. C'eſt-à-dire, que les points dont il s'agit pourront être déterminés exactement lorſque le nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la courbe AM ſera double, triple, quadruple, &c. du nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la droite AB, ou lorſque le nombre de degrés du premier arc ſera la moitié, le quart, le huitième, le ſeizième, &c. du nombre des degrés du ſecond.

Fig. 10. 34. POUR faire ſentir la vérité de ce que j'avance, je vais chercher l'équation de la courbe AQM qui eſt telle que l'arc MN eſt conſtamment égal à la moitié de l'arc AaN.

Pour cela je nomme AB, a; AP, x; PM, y; par conſéquent $AM = \sqrt{(x^2+y^2)} = Z$ pour abréger, je mène la droite aB qui partage l'angle ABN en deux parties égales, d'où je conclus $NQ = \frac{z}{2}$; $BQ = \sqrt{(a^2 - \frac{z^2}{4})} = \sqrt{(\frac{4a^2-z^2}{2}}$. Je mène parallelement à AB la droite Md : ce qui donne $Md = x$ & $Dd = AD - Ad = AM - MP = Z - y$, cela poſé les triangles ſemblables BQN, MdD donnent cette proportion $BQ\left(\sqrt{\left(\frac{4a^2-z}{2}\right)}\right) : QN\left(\frac{z}{2}\right) :: Nd\,(x) : Dd\,(z-y)$ d'où l'on tire $(z-y)\sqrt{(4a^2-z^2)} = zx$.

Faiſant évanouir le radical, mettant pour z ſa valeur, faiſant encore évanouir les radicaux, réduiſant & ordonnant par rapport à y, on aura une équation du huitième degré de la forme $Ay^8 + By^6 + Cy^4 + Dy^2 + E$ dans laquelle A, B, C &c. ſont des fonctions de x & de conſtantes cette équation deſcend au ſixième degré, parce que le coefficient de y^8 ſe réduit à zéro. En effet, on trouve en dernière analyſe

$$\left.\begin{matrix} y^6 + 3x^2 \\ -4a^2 \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} y^4 + 3x^4 \\ -8a^2x^2 \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} y^2 + x^6 \\ -4a^2x^4 \\ +4a^2x^2 \end{matrix}\right\} = 0.$$

35. On voit que pour trouver l'équation des autres courbes de ce genre, il ſuffit de faire un triangle NBQ ſemblable au triangle MDd en partageant l'angle ABN en autant de parties égales qu'il eſt néceſſaire pour que l'angle NBa ſoit égal à l'angle DMd, on pourra avoir en fonction de x & de y l'expreſſion du ſinus MQ & du coſinus BQ de l'angle NBa, nommons S ce ſinus & C ce coſinus, nous aurons $C : S :: x : z - y$ & par conſéquent $Cz - Cy = Sx$, équation dans laquelle il ne s'agira plus que de ſubſtituer pour C, S & Z leur valeur en x & en y.

36. Qu'on décrive avec un rayon AB, du point B pris pour centre un arc de cercle ANE & du point A comme centre, un grand nombre d'arcs concentriques à l'arc $LNMM'$ &c. qu'on porte l'arc LN compris entre l'arc AN & ſa tangente AL, de N en M, de M en M', de M' en M'', &c. Qu'on faſſe la même opération ſur tous les arcs concentriques à LNM, &c. on aura une ſuite de points tels que M, M', M'', &c. par leſquels on fera paſſer les courbes AM, AM', AM'', &c. Ces courbes ſeront telles que les angles curvilignes engendrés par ces courbes & les angles rectilignes engendrés par la droite AB demeureront dans un rapport conſtant. Ce rapport ſera celui de un à deux pour la première courbe AM, celui d'égalité pour la ſeconde, celui de trois à deux pour la troiſième, celui de deux à un pour la quatrième, celui de cinq à deux pour la cinquième, celui de trois à un pour la ſixième, celui de ſept à deux pour la ſeptième, &c. Fig. 12.

37. Si l'on décrit toutes ces courbes en grand, on verra que la courbure de chacune ne varie pas ſenſiblement aux environs du point A que le rayon oſculateur ſe réduit à $\frac{AB}{2}$ pour la première, à $\frac{AB}{3}$ pour la ſeconde, à $\frac{AB}{4}$ pour la troiſième, à $\frac{AB}{5}$ pour la quatrième, ainſi de ſuite. Cette propriété eſt ſingulière. Elle a beſoin d'être démontrée ; mais le calcul nous abandonne. Je ne puis que donner ici les moyens dont je me ſuis ſervi pour la découvrir.

38. Sur une grande table de chêne bien dreſſée j'ai fait coller deux feuilles de papier grand aigle. Avec un rayon AB de trois pieds de

longueur, j'ai décrit, par le moyen d'un compas à verge, l'arc *ANE*. J'ai élevé la perpendiculaire *AL* que j'ai eu ſoin de bien vérifier. Enfin j'ai conſtruit douze courbes telles que *AM*, *AM'*, *AM''*, &c. J'ai diviſé à part une longueur égale à *AB* en cinq mille parties égales, par le moyen de tranſverſales. Mon deſſein étoit de me ſervir de cette échelle pour avoir la longueur approchée du rayon de courbure à l'origine de chacune de ces courbes. Mon premier ſoin fut de m'aſſurer dabord ſi je pouvois compter ſur les opérations graphiques, & juſqu'à quel point je devois me fier ſur elles. Voici le moyen que j'employai. Je ſavois que le rayon de la développée à l'origine de la courbe *AM'* eſt le tiers de *AB*. Je l'avois trouvé par le calcul. Je ſuppoſai donc ne le point connoître, & je me propoſai de le trouver par voie de tâtonnement. J'y parvins aſſez aiſément à l'aide de la vis d'appel qui donne aux pointes de mon compas la faculté de s'approcher ou de s'éloigner l'une de l'autre d'une quantité auſſi petite qu'on le deſire.

Je portai mon compas ſur mon échelle, & je trouvai que la diſtance des deux pointes étoit de 1668 parties. Cette valeur ne diffère du tiers de 5000, qui eſt 1666,666, que de 1,334, qui eſt très-peu de choſe. M'étant auſſi aſſuré qu'on peut compter ſur des opérations faites avec ſoin & en grand, j'employai le même tâtonnement pour trouver le rayon oſculateur à l'origine de la courbe *AM*. Je le trouvai égal à 2501 parties, plus une fraction que j'évaluai à $\frac{1}{3}$ environ. Cette valeur diffère très-peu de 2500, qui eſt la moitié de 5000.

Après avoir trouvé le rayon de la développée à l'origine de la première courbe égal à la moitié de *AB*, celui de la ſeconde égal au tiers de *AB*, je ſoupçonnai celui de la troiſième égal au quart de *AB*, celui de la quatrième égal au cinquième de *AB*, & ainſi de ſuite. J'éprouvai le quart qui me réuſſit, le cinquième pareillement, & ainſi de ſuite juſqu'à la douzième courbe dont le rayon de courbure au point *A* ſe trouva égal à la treizième partie de *AB*. Cette loi ne s'étant pas démentie juſqu'à la douzième courbe, on pourroit en conclure que ſi l'on nomme *n* le numero de l'une de ces courbes, l'on aura pour l'origine de cette courbe $R = \frac{AB}{n+1}$.

Voilà à peu près tous les problêmes de géométrie dont je puis avoir beſoin. Je finirai donc par quelques obſervations que j'ai faites ſur le mouvement varié.

39. Si l'on nomme t, le tems du mouvement d'un corps u, ſa vîteſſe e, l'eſpace qu'il parcourt pendant le tems t; & la force accélératrice ou retardatrice qui anime l'unité de maſſe, on aura les formules ſuivantes qui ſont démontrées dans tous les cours de méchanique où l'on donne les principes du mouvement varié. $(A)\ u = \frac{de}{dt}$. $(B)\ \varphi\, dt = \pm du$. $(C)\ \varphi\, de = \pm u\, du$. $(D)\ \varphi\, dt^3 = \pm(dtdde - deddt)$ qui ſe réduit à $\varphi\, dt^2 = \pm\, dde$ (en faiſant dt conſtant.)

Et qui devient $\varphi\, dt^3 = \mp\, de\, dd\, t$ (en faiſant de conſtant.)

40. Maintenant je dis que la nature de tout mouvement peut être repréſentée par celle d'une courbe AMm, dont les abciſſes AP ſont proportionnelles aux tems du mouvement, les ordonnées PM aux vîteſſes & les ſurfaces APM aux eſpaces parcourues. Fig. 11.

En effet on peut diviſer l'axe des abciſſes en une infinité de petites parties égales qui repréſenteront les élémens du tems : & par tous les points de diviſion tels que P, p élever les perpendiculaires PM, pm proportionnelles reſpectivement aux vîteſſes finales qui correſpondent aux tems repréſentés par AP & Ap, la courbe qui paſſera par tous les points M, m &c. exprimera, par ſon équation, la relation du tems à la vîteſſe; car en nommant t le tems du mouvement, u la vîteſſe correſpondante, e l'eſpace parcouru, $\frac{1}{m}$ le rapport conſtant du tems aux abciſſes AP; $\frac{k}{n}$ celui de la vîteſſe aux ordonnées PM, nous aurons $AP = mt$; $PM = \frac{nu}{k}$ ou en nommant AP, x; & PM, y; nous trouverons $x = mt$ & $y = \frac{nu}{k}$ l'équation de la courbe qui exprime la relation des abciſſes aux ordonnées exprimera auſſi celle du tems & de la vîteſſe, & ſi nous concevons que cette courbe ait pour équation $y = x\,(X)$ étant une fonction quelconque de x & de conſtantes, nous aurons (en mettant pour y ſa valeur $\frac{nu}{k}$ & pour x ſa valeur mt) l'équation $u = T$ dans laquelle T eſt une fonction de t.

La formule A donne $de = u\,dt = \frac{Ky\,dx}{mn}$ d'où l'on tire $e = \frac{K\int(y\,dx)}{mn}$ or $\int(y\,dx)$ exprime l'aire APM, donc l'eſpace parcouru eſt proportionnel aux ſegmens APM, Apm. Si ſur l'axe AP nous décrivons une courbe dont les ordonnées PN, pn ſoient aux aires correſpondantes APM, Apm dans un rapport conſtant, l'équation $e = \frac{k}{mn}\int(y\,dx)$ de cette courbe exprimera la relation des eſpaces parcourus aux tems employés à les parcourir. Si nous différentions l'équation $u = T$ nous aurons $du = T'\,dt$ (T' étant une autre fonction de t) mettant dans la formule B pour du ſa valeur $T'\,dt$, nous aurons $\varphi = T'$. Si nous conſtruiſons la courbe de cette équation nous obtiendrons une troiſième courbe AFf dont les abciſſes & les ordonnées auront entre elles la même rélation que les tems du mouvement & les forces qui agiſſent pendant ces mêmes tems. Les trois courbes AMm, ANn & AFf dépendent tellement l'une de l'autre, que l'une d'elles étant connue, on pourra connoître les deux autres.

41. SUPPOSONS, par exemple, que la courbe qui exprime la rélation de la force accélératrice ou rétardatrice au tems ſoit la droite BFf & nommons AB, a; Af, b; AP, x; PF, y; le rapport conſtant de x à t, m; celui de y à φ, $\frac{n}{l}$; nous aurons $x = mt$ & $y = \frac{n\varphi}{l}$ $BP = a - x$. Les triangles ſemblables ABf, PBF donnent $Af : AB :: PF : PB = \frac{AB \times PF}{Af}$ ou $a - x = \frac{ay}{b}$ équation à la ligne droite qui devient, en mettant pour x & y leurs valeurs mt & $\frac{n\varphi}{l}$; $a - mt = \frac{an\varphi}{lb}$ d'où nous tirons $\varphi = \frac{lb}{an}(a - mt)$ mais puiſque l'équation générale de la courbe qui exprime la rélation du tems à la force accélératrice eſt $\varphi = T'$ nous aurons $T' = \frac{lb}{an}(a - mt)$ multipliant chaque membre de cette équation par dt il nous viendra $T'dt = \frac{lb\,dt}{an}(a - mt)$ mais $T'dt = du$: Donc $du = \frac{lb}{an}(a - mt)\,dt$, dont l'intégrale eſt $u = \frac{-bl}{2amn}(a - mt)^2 + C$. La conſtante C doit être telle que lorſque $t = 0$ on ait $u = V$ vîteſſe donnée : Donc $C = V + \frac{bla^2}{2amn}$ par conſéquent

Fig. 13.

$u = V + \frac{bl}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ faiſons $a - mt = y'$ & nommons $\frac{p}{q}$ le rapport de u à x' ce qui donne $u = \frac{qx'}{p}$ & $V = \frac{qh}{p}$ (h étant une ligne donnée) nous aurons $2amt - m^2t^2 = a^2 - y'^2$, par conſéquent $\frac{qx'}{p} = \frac{qh}{p} - \frac{bl}{2amn}(y'^2 - a^2)$ ou bien $y'^2 = \frac{2amn}{bl}\left(\frac{q}{p}(h - x')\right) - a^2$ ou bien encore $y'^2 = \frac{2amnq}{pbl}\left(h - \frac{apbl}{2mnq} - x'\right)$ faiſons enfin $h - \frac{ablp}{2mnq} - x' = x''$ & nous aurons $y'^2 = \frac{2amnq}{blp} \times x''$, équation à la parabole.

Cette courbe ſe conſtruit très-facilement, car il ne s'agit que de porter la quantité $h - \frac{ablp}{2mnq}$ de B en A' ſur $A'B$ ce qui déterminera le ſommet A de la parabole. On connoît de plus le parametre de cette courbe qui eſt $\frac{2amnq}{blp}$ & ſon axe $A'B$. On pourra donc la décrire organiquement ou par points.

42. L'équation $u = V + \frac{bl}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ donne $udt = Vdt + \frac{bldt}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ mais l'équation A nous donne $udt = de$, donc $de = Vdt + \frac{bldt}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ dont l'intégrale eſt $e = Vt + \frac{blt^2}{2n} - \frac{bm^3}{6an} + C$. La conſtante C eſt telle que lorſque $t = o$, $e = o$ ce qui donne $C = o$ & l'équation $e = Vt +$ &c. ſe change en celle-ci $e = \frac{Vx}{m} + \frac{blx^2}{2m^2n} - \frac{blx^3}{6am^3n}$ (en mettant pour t ſa valeur tirée de l'équation $x = mt$).

Nommons $\frac{g}{k}$ le rapport de l'eſpace parcouru à l'indéterminée y'' ce qui donne $e = \frac{gy''}{k}$, & mettons pour V ſa valeur $\frac{qh}{p}$ nous aurons enfin $y'' = \frac{khqx}{gmp} + \frac{bklx^2}{2gm^2n} - \frac{kblx^3}{6agm^3n}$ équation à une courbe du genre parabolique qui exprime la rélation de la durée du mouvement à l'eſpace parcouru. Il eſt très-aiſé de la décrire par points; car en donnant différentes valeur à x, on obtiendra autant de valeurs de y'' qu'on en aura beſoin.

De l'Echappement en général.

43. TOUT échappement, quel que ſoit ſa nature, eſt le réſultat d'un mouvement de rotation combiné avec un mouvement de vibration. Cette combinaiſon peut ſe faire de deux manières, ou la principale pièce de l'échappement tient à la dernière roue de la machine & agit par une de ſes faces ſur un point d'une autre pièce qui tient à l'axe du balancier & que j'appelle pièce ſecondaire, ou la pièce ſecondaire tient à la dernière roue, & agit par un de ſes points ſur une des faces de la principale pièce de l'échappement qui tient au régulateur.

1°. Concevons que $MNOP$ repréſente une portion du limbe de la roue d'échappement, & imaginons que ſur ce limbe on ait creuſé le canal curviligne $EFGHIK$ &c; imaginons de plus qu'une cheville D qui entre dans ce canal, ne puiſſe pas ſortir de l'arc AB, ou ce qui revient au même, qu'elle tienne à une pièce CD mobile au tour du point C. Maintenant faiſons tourner la roue dont $MNOP$ fait partie, dans le ſens NO, il eſt évident que la cheville D, qui ne peut ſortir ni de l'arc AB ni du canal FG, ſera toujours dans la commune ſection du canal & de l'arc; qu'elle ſe mouvra dans le ſens BA juſqu'à ce que le point G du canal ſoit dans l'arc AB; qu'elle reviendra ſur ſes pas & parcourra l'arc fg dans le ſens AB juſqu'à ce que le point H ſoit arrivé dans l'arc AB; qu'elle reviendra de nouveau ſur ſes pas, ſe mouvra dans le ſens BA & ainſi de ſuite. D'où l'on voit que (ſi la cheville D tient à un balancier de manière que l'un ne puiſſe pas tourner ſans l'autre) le mouvement circulaire de la roue produira néceſſairement un mouvement de vibration. On voit de plus que le canal $EFGH$ &c. eſt ce que j'appelle la pièce principale de l'échappement, & que la cheville D qui tient au régulateur en eſt la pièce ſecondaire. On voit encore qu'en faiſant varier la courbure du canal $EFGH$, &c. on fera néceſſairement varier la combinaiſon du mouvement circulaire de la roue & du mouvement de vibration du balancier. Or, parmi toutes les courbures qu'on

qu'on peut donner au canal, il en exiſte une telle que la combinaiſon qui en réſultera aux deux mouvemens en queſtion, ſera la plus ſimple poſſible ; c'eſt donc celle là qu'il faut choiſir.

Pour trouver la courbure qu'on doit donner au canal *EFGH* nous obſerverons que, ſi la roue dont *MNOP* fait partie n'agiſſoit point ſur le régulateur, elle ſe mouvroit d'un mouvement accéléré ; que la fonction du régulateur étant de modérer le mouvement de la roue d'échappement il doit le rendre le plus uniforme qu'il eſt poſſible ; & par conſéquent n'ôter à cette roue que les dégrés de vîteſſe qu'elle acquéroit ſi elle n'agiſſoit pas ſur lui. D'un autre côté, la roue d'échappement ne doit agir ſur le régulateur qu'autant qu'il eſt néceſſaire pour lui reſtituer les dégrés de vîteſſe qu'il perdroit, s'il étoit abandonné à lui-même, en vertu des obſtacles qui altèrent ſon mouvement. En effet, ſi le régulateur ſe mouvoit dans le vuide, ſi les trous de ſes pivots étoient des points mathématiques, ſi le reſſort ſpiral ne *rendoit point*, c'eſt-à-dire, s'il conſervoit toujours ſon intenſité primitive ; ce régulateur mis une fois en mouvement & enſuite abandonné à lui-même, demeureroit ſans-ceſſe dans cet état, ſes vibrations ſe feroient toujours de la même manière, & leur nature dépendroit ſeulement de la loi ſuivant laquelle l'intenſité du reſſort augmente ou diminue à meſure qu'il ſe bande ou ſe débande.

Et c'eſt préciſément dans cet état que la roue d'échappement doit maintenir le régulateur.

On voit par-là que la roue d'échappement doit faire peu d'effort ſur le balancier, & que par conſéquent elle ne ſauroit changer ſenſiblement la nature de ſon mouvement, mais ſeulement s'oppoſer par les petites impulſions qu'elle lui donne, à ce que ce mouvement ne s'altère.

Cela poſé, imaginons que le limbe dont *MNOP* fait partie ſoit un plan bien dreſſé, que la cheville *D* ſoit un ſtilet très-délié, ou un crayon bien affuté qui n'appuie ſur le plan *MNOP* qu'autant qu'il eſt néceſſaire pour qu'il laiſſe une trace de ſa route.

Concevons maintenant que tandis que la roue en queſtion tourne

dans le ſens *NO* ſuivant une certaine loi, le ſtilet ou crayon *D* faſſe autour du point fixe *C* des vibrations ſuivant une loi quelconque ; il eſt évident que pendant le mouvement ſimultané de la roue & du balancier, le crayon *D* tracera ſur le limbe *MNOP* une courbe *EFGHIK* dont la nature dépendra de celle des deux mouvemens combinés.

Concevons maintenant que la roue en queſtion, au lieu d'être mobile autour de ſon centre, ſoit fixe, & que, tandis que le balancier fait ſes vibrations autour du point *C*, ce point *C* lui-même parcoure une circonférence concentrique à *NO*, & emporte avec lui dans le ſens *ON* le balancier & les pièces qui y ſont adhérentes. Concevons de plus que la loi, ſuivant laquelle tout le ſyſtême eſt emporté, ſoit ici la même que celle du mouvement qu'avoit la roue lorſque nous la ſuppoſions mobile autour de ſon centre. Il eſt évident que le crayon *D* tracera ſur le limbe de la roue une courbe *EFGHIK* dont la nature dépendra de la combinaiſon du mouvement de tranſlation & du mouvement de vibration du balancier, & que cette courbe ſera la même que la précédente, puiſque la combinaiſon des deux mouvemens eſt la même dans les deux cas.

Si nous voulons trouver l'équation de cette courbe, nous n'avons qu'à relire le Problême ſixième, art. 18, & ſuppoſer que les lignes *AB* & *AD* (*fig.* 5) au lieu d'être des courbes quelconques, ſont des arcs de cercle.

Tout ce que nous venons de dire ſuppoſe que le moteur exerce conſtamment le même tirage, & que le rouage ſoit ſans défaut : ce qui eſt rigoureuſement impoſſible. Nous ne pouvons donc pas ſuppoſer que la dernière roue de la machine donne au régulateur des impulſions rigoureuſement égales. Si nous pouvions obtenir cette rigoureuſe égalité d'impulſion, il ne ſeroit pas impoſſible de modérer le mouvement de la roue par le moyen d'une méchanique ſemblable à celle dont nous venons de parler. Cette méchanique ne ſeroit point un échappement, car alors la roue ſeroit toujours en priſe ſur le balancier & n'échapperoit jamais. On pourroit même conſtruire le

canal *EFGH* de manière que le mouvement circulaire de la roue devînt uniforme ou à-très-peu-près uniforme. Mais s'il arrive qu'une des impulsions soit plus grande ou plus petite que la précédente, dans le premier cas, la cheville *D* ira frapper en *G* la paroi du canal & pourra s'y briser; dans le second cas, elle n'aura pas la force d'aller jusqu'en *G*, & pourra bien rester dans la branche *FG* du canal & arrêter le mouvement de la machine. Voila deux grands inconvéniens, auxquels il faut remédier.

Pour obvier au premier, il n'y a qu'à pratiquer à chacun des coudes du canal, une fuite dans laquelle la cheville *D* puisse s'échapper dans le cas d'une trop grande impulsion. Cette fuite peut être pratiquée dans le sens *Gx*, de sorte qu'elle ne fasse aucun *jarret* avec le canal *FG* & n'en soit que le prolongement. La cheville *D* entrera facilement dans cette fuite, mais pour en sortir elle fera tourner la roue en sens contraire, ce qui donnera un échappement à recul. Ou bien cette fuite peut être pratiquée dans le sens *Gu*, de manière que quand le point *G* est dans l'arc *AB* elle soit toute entière dans le même arc. Alors la cheville entrant dans la fuite *Gu* suspendra nécessairement le mouvementde la roue. Car, tant qu'elle y sera, les deux arcs *Gu* & *AB* ne feront qu'un seul & même arc: le point *G* ainsi que tous les autres points de la roue seront immobiles, ce qui donnera un échappement à repos.

Pour remédier au second inconvénient, il faut que le canal soit construit de manière que l'arc *fg*, que j'appelle arc de levée, soit plus petit que l'arc que décriroit le balancier en vertu de la plus petite impulsion qu'il recevroit de la roue, (ces arcs que décrit le balancier sont variables, à cause des petites inégalités dans le mouvement de la roue. On les nomme arcs de vibration; quant à l'arc de levée *fg*, qui est celui que décrit la cheville *D* tant qu'elle est dans le canal *FG*, il est constant.)

2°. Soient les deux courbes *FG*, *fg* tracées dans deux plans paralleles, & ne faisant qu'un même système mobile autour du point fixe *C*, que ces plans soient découpés suivant ces courbes, & que

la partie ſupérieure ſoit abattue. Ou plutôt ſuppoſons qu'il ne reſte de ces plans que les courbes FG & fg qu'une roue, celle dont $MNOP$ fait partie, puiſſe tourner entre ces deux courbes ſans que ſon limbe touche aux courbes dont je viens de parler; que cette roue ſoit garnie de chevilles dDd' dont le nombre ſoit pair afin qu'on en puiſſe élever la moitié perpendiculairement à l'une des faces planes du limbe, & l'autre moitié perpendiculairement à l'autre face, de manière que l'une quelconque des chevilles & ſa ſuivante s'élèvent de différent côté. Que le ſyſtême des deux courbes ſoit attaché à un balancier, de manière que l'une ne puiſſe pas tourner ſans l'autre. Qu'on faſſe maintenant tourner la roue, il eſt clair que tant que la cheville D appuiera ſur la courbe FG le ſyſtême en queſtion tournera dans le ſens MN juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée en F; alors la cheville d' qui eſt de l'autre côté du limbe de la roue d'échappement, s'appuiera ſur la courbe gf au point g & fera tourner le ſyſtême dans le ſens NM, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée en f; alors cette cheville échappera, la ſuivante fera tourner le ſyſtême dans le ſens contraire & ainſi de ſuite. Il eſt évident que cet échappement, qui eſt l'inverſe du précédent, revient au même quant à l'effet, & que tout ce que nous avons dit ſur l'échappement de la *figure* 23 peut s'appliquer ici. On voit de plus que la pièce principale de l'échappement tient ici au balancier, & que la pièce ſecondaire, qui eſt ici chacune des chevilles, tient à la roue. On voit auſſi que cet échappement peut être à recul ou à repos. Appliquons ces obſervations à quelques échappemens connus.

De l'Echappement à cylindre.

44. L'ÉCHAPPEMENT à cylindre eſt ainſi nommé, parce que la dernière roue agit immédiatement ſur un cylindre creux, dont l'axe eſt le même que celui du balancier. Ce cylindre eſt tellement adhérent au balancier, que l'un ne peut pas tourner ſans l'autre.

Pour avoir une idée claire du cylindre dont il eſt ici queſtion, con-

cevons que dans le rectangle $AA'a'a$ (*fig.* 17) on trace l'exagone $efghik$, & qu'après l'avoir découpé & ſéparé du rectangle, on enveloppe de ce qui reſte la ſurface convexe d'un cylindre, de manière que les deux lignes Aa & $A'a'$ ne faſſent qu'une ſeule & même ligne droite, qu'on retire enſuite le cylindre enveloppé pour ne conſerver que ſon enveloppe; on aura une eſpèce d'écorce de cylindre (*fig.*14) qui eſt ce que les horlogers appellent un cylindre.

Il ne faut pas conclure de là que pour faire un cylindre il ſuffit de ſuivre le procédé indiqué ci-deſſus, un tel uſage ſeroit vicieux. Auſſi tous les ouvriers percent d'abord un cylindre ſuivant ſon axe, puis ils le tournent, le découpent comme il convient, & chaſſent enſuite les bouchons qui portent l'axe.

45. La roue d'échappement a ſes dents très-déliées. L'eſpace d'une dent à l'autre eſt une échancrure circulaire (*figure* 15); à l'extrémité de chacune des dents s'élève perpendiculairement au plan de la roue une petite colonne qui porte un priſme peu épais, *fig.* 19. dont la baſe eſt triangulaire.

46. Le cylindre doit être tellement diſpoſé, par rapport à la roue d'échappement, qu'avant que la machine ſoit montée, l'une ou l'autre de ſes lèvres ſe trouve en priſe avec l'un quelconque des priſmes dont eſt garnie chaque dent de cette roue. Dès qu'on bande le reſſort, le priſme xz qui tend à tourner dans le ſens $abcd$, pouſſe la lèvre du cylindre B & le fait tourner dans le ſens fgh, dès qu'il ceſſe d'agir ſur le cylindre, il rencontre ſa ſurface concave ſur laquelle il ſe repoſe, tandis que le balancier continue à ſe mouvoir dans le même ſens en vertu du mouvement acquis.

La force élaſtique du reſſort ſpiral fait retourner le balancier, & par conſéquent le cylindre en ſens contraire: le même priſme rencontre l'autre lèvre du cylindre ſur laquelle il agit, comme ſur la première: dès que ce priſme eſt échappé, le ſuivant rencontre la ſurface couvexe du cylindre; la roue s'arrête juſqu'à ce que ce ſecond priſme agiſſe ſur le cylindre, comme a fait le premier.

On voit que la pièce principale de l'échappement tient ici à la der-

nière roue, cette pièce eſt l'un quelconque des priſmes dont elle eſt garnie. En effet, chacun d'eux agit par l'une de ſes faces ſur un point de la lèvre du cylindre qui eſt ici la pièce ſecondaire. Quant au frottement ſur l'une quelconque des ſurfaces du cylindre, il n'a lieu que pendant le repos, c'eſt-à-dire, dans le tems que la roue n'agit point ou ne doit point agir ſur le balancier.

Si nous faiſons bien attention à cet échappement, nous verrons que, quelque différent qu'il paroiſſe au premier coup-d'œil de celui dont nous avons parlé, *figure* 23, ces deux échappemens reviennent au même, quant à la manière ſuivant laquelle la roue d'échappement agit ſur le régulateur, & qu'ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la manière ſuivant laquelle ſe fait le repos.

En effet, concevons que le cylindre s'anéantiſſe, en ſorte qu'il n'en reſte plus que les lèvres qui frottent ſur les priſmes dont eſt garnie la roue d'échappement; ſupprimons même ces lèvres, & mettons a leur place deux petites chevilles. Suppoſons que le balancier, auquel il ne reſte plus qu'un de ſes pivots, tourne auſſi librement que s'il les avoit tous deux, (ſi l'on a de la peine à m'accorder cette demande, j'obſerverai qu'on peut regarder le pivot qui reſte comme une verge très-déliée qui entre dans un canon dans lequel elle a la liberté de tourner ſans frottement & ſans jeu.)

Cela ſuppoſé, il eſt clair que le point D, *figure* 23, peut repréſenter l'une de ces chevilles, & la courbe FG la face frottante de l'un des priſmes dont eſt garnie la roue d'échappement, que la cheville D, ſuppoſée d'abord en f, ſera pouſſée par la paroi du canal FG de la même manière que la lèvre du cylindre, lorſqu'elle eſt chaſſée par la face frottante de chacun des priſmes de la roue d'échappement. Il n'eſt pas moins clair qu'à la fin de la levée cette cheville ſe trouvera en g (obſervons que lorſque la cheville D eſt en f quelqu'un des points FHK &c. eſt dans l'arc AB, & lorſqu'elle eſt en g c'eſt quelqu'un des points GIL &c. qui s'y trouve) & aura parcouru l'arc de levée fg dans le ſens fg; que l'autre cheville qui n'eſt point repréſentée dans la *figure* 23 aura parcouru un arc égal

à fg dans le sens gf, c'est-à-dire, en s'approchant du centre de la roue, que par conséquent elle se trouvera en quelqu'un des points de l'arc Ff prolongé autant qu'il sera nécessaire, & qu'elle sera poussée de f en g par la face frottante du prisme qui agira sur elle à-très-peu-près de la même manière, suivant laquelle la cheville D, supposée d'abord en g, l'est de g en f par l'une des parois du canal GH. Il y a donc une analogie très-marquée entre l'échappement à cylindre & celui de la *figure* 23 quant à la communication du mouvement.

47. On sent que le côté de chaque prisme qui frotte sur les lèvres du cylindre doit être tel que tandis qu'il pousse l'une quelconque de ces lèvres, la roue tourne le plus uniformément qu'il est possible.

Si nous connoissions la loi suivant laquelle agit la force élastique du ressort spiral, nous pourrions déterminer la nature de la courbe xz par la méthode de l'article 40; mais nous ne pouvons la connoître que par voie d'expérience, ou faire plusieurs hypothèses parmi lesquelles nous choisirons celles qui s'accordent le plus avec l'expérience.

Si nous supposons cette force constante, la courbe cherchée sera celle de la *figure* 5; mais il s'en faut que cette hypothése ait lieu dans la nature. L'intensité du ressort augmente ou diminue à mesure qu'il est plus ou moins bandé.

Si la force élastique du spiral, au lieu d'être constante, croît ou décroît comme les ordonnées d'un triangle, nous aurons pour la courbe xz une courbe transcendante qui se décrira comme celle de la figure cinquième, & à laquelle la courbe du genre parabolique que nous avons trouvée (*art.* 42) servira de courbe auxiliaire. Cette courbe aura quatre branches inégales & dissemblables.

48. Si la roue qui agit sur le cylindre étoit sans-cesse en mouvement, il faudroit nécessairement que ce mouvement fût uniforme; mais elle est tantôt en mouvement & tantôt en repos, & le tems de son repos est plus considérable que celui de son mouvement. On voit donc que sans s'embarrasser de la nature de ce mouvement, il

ſuffit de faire en ſorte que la durée de chacun des mouvemens auxquels elle eſt ſoumiſe ſoit conſtamment la même, ainſi que la durée de chacun de ſes repos. Or il eſt évident que cette condition ſera remplie ſi l'on fait en ſorte que tandis que le cylindre eſt pouſſé par la roue déchappement, ſon mouvement ſoit ſemblable à celui de cette roue. La courbe qu'il convient de donner dans cette hypothèſe à la ſurface priſmatique qui agit ſur le cylindre, eſt une courbe tranſcendante qui ſe décrit comme la figure cinquième, & à laquelle la droite AE (*fig.* 8) doit ſervir de courbe auxiliaire. Cette courbe aura encore quatre branches inégales & diſſemblables. Imaginons que la figure cinquième repréſente cette courbe, les deux branches ſupérieures à l'arc BAB' ſont celles dont nous avons beſoin; mais ces branches étant évidemment inégales & diſſemblables, & la branche AE exprimant la courbure qu'on doit donner au côté $x\zeta$ du priſme pour qu'il pouſſe ſans-ceſſe la lèvre ζ du cylindre, en tournant d'un mouvement ſemblable à celui du cylindre, tandis que la branche AE'' exprime celle qu'on doit donner au même côté $x\zeta$ pour qu'il agiſſe de la même manière ſur l'autre lèvre y; il s'enſuit que l'une quelconque des impulſions que reçoit le balancier ne ſauroit être rigoureuſement égale à la ſuivante; car, pour que cette égalité eût lieu, il faudroit que chacune des faces priſmatiques qui agiſſent ſur le cylindre, après avoir communiqué au balancier une certaine quantité de mouvement, changeât tout-à-coup de courbure pour lui imprimer le même mouvement en ſens contraire; ce qui eſt impoſſible.

Il exiſte pourtant de bonnes montres à cylindre. La raiſon en eſt qu'une grande vibration étant ſuivie d'une plus petite, il doit en réſulter une compenſation ſuffiſamment exacte pour la pratique.

49. Nous avons vu qu'à l'extrêmité de chacune des dents de la roue d'échappement s'élevoit une petite colonne portant un priſme, dont une face agit ſur chacune des lèvres du cylindre. Ne pourroit-on pas lui en faire porter deux, l'un vers le bas de la colonne ou dans le plan même de la roue, l'autre vers le haut? Voyez la *figure* 20; alors

alors on pourroit donner à chacun des côtés XZ, $x\chi$ la courbure qui lui convient. Ces deux prismes agiroient alternativement sur le cylindre, & tandis que l'un d'eux pousseroit l'une des lèvres du cylindre, l'autre entreroit dans une petite entaille pratiquée dans cette même lèvre, exprès pour lui donner passage ; il ne seroit pas même nécessaire de faire au cylindre une nouvelle entaille que celle qui y est déja, parce que quand le prisme XZ frotte sur la lèvre du cylindre qui n'est point échancrée, l'autre prisme $x\chi$ n'y touche pas.

Cette addition d'un second prisme n'est bonne que dans la spéculation ; car si l'on observe que dans cet échappement l'arc de levée est très-petit par rapport à l'arc de vibration, on verra que l'une de ces courbes doit différer infiniment peu de l'autre, & que toutes les deux peuvent se confondre sensiblement avec une ligne droite. Aussi les horlogers prennent le meilleur parti quand ils donnent une forme plane à la face frottante de chaque prisme. Le prisme alors peut être regardé comme un coin que l'on introduit dans la fente d'un corps pour en écarter les parties & les séparer, ou comme un plan incliné sur lequel on fait glisser un corps pour le soulever. On pourra donc appliquer ici la théorie du coin ou du plan incliné, & l'on verra que, soit que l'on regarde ce prisme comme un demi-coin, c'est-à-dire, comme un coin dont l'un des côtés paralleles seroit un triangle rectangle, soit qu'on le considère comme un plan incliné dont la longueur est ici la face frottante de chaque prisme, la hauteur est la face du prisme qui, étant prolongée, passeroit par l'axe de la roue, & la base la face du prisme qui joint les deux autres ; l'on verra, dis-je, que la force transmise à la roue par le moteur est à l'effort qu'elle fait pour écarter l'une des lèvres du cylindre comme la hauteur du plan est à sa base. D'où l'on voit que si le prisme, considéré comme un plan incliné, est tel que sa base soit double ou triple de sa hauteur, la roue exercera sur la lèvre du cylindre un effort double ou triple de la force qui lui est transmise. Dès que le prisme a cessé d'agir, il se repose sur l'une des

ſurfaces du cylindre ; cependant le balancier continue ſa vibration dans le même ſens, juſqu'à ce que la réſiſtance occaſionnée par le frottement du priſme qui s'appuie ſur la ſurface du cylindre, jointe à celle qu'oppoſe le reſſort ſpiral, aient anéanti le mouvement qu'il a acquis dans ce ſens ; alors le ſpiral, qui agit toujours ſur le balancier, le fait tourner en ſens contraire, & le priſme qui frotte toujours ſur la ſurface du cylindre, oppoſe une réſiſtance au mouvement du balancier, & pourroit bien l'anéantir ſi le frottement qui réſulte de la preſſion du priſme ſur le cylindre venoit à l'emporter ſur l'intenſité du ſpiral. Il faut donc que la roue d'échappement ne produiſe qu'une foible preſſion ſur le cylindre, & que la forme du priſme ſoit telle, qu'en vertu du peu de force qu'a la roue, il réſulte ſur la lèvre du cylindre une impulſion capable d'entretenir les vibrations du balancier. Donc, parmi toutes les inclinaiſons qu'on peut donner à la face frottante de chaque priſme, il en exiſte une qui doit produire le plus grand effet poſſible ſur le balancier, (la face de la roue d'échappement, & par conſéquent la preſſion de chaque priſme ſur la ſurface du cylindre étant la plus petite poſſible.) Il paroît au premier coup-d'œil, que chaque priſme doit être très-aigu. Mais en faiſant chacun de ces priſmes trop aigu, on rend l'arc de levée trop petit, & la lèvre du cylindre qui ſe ſouſtrait à l'impulſion de ces priſmes, peut très-bien s'en écarter de manière que la face frottante de ceux-ci n'agiſſe point ſur elle. Il faut donc donner à la face frottante de chacun de ces priſmes autant d'inclinaiſon qu'il eſt néceſſaire, pour qu'elle pouſſe la lèvre du cylindre par chacun de ſes points, mais pas davantage. L'expérience ſeule peut donner cette inclinaiſon.

De l'Echappement à chevilles.

50. L'ÉCHAPPEMENT à chevilles eſt ainſi nommé, parce que le régulateur eſt mis en mouvement par le moyen de chevilles dont eſt garnie la roue d'échappement, & qui agiſſent ſur des courbes qui

tiennent à l'axe du balancier. Pour ſe faire une idée de la manière ſuivant laquelle ces courbes ſont attachées à l'axe, que l'on conçoive deux cônes droits tronqués à baſes paralleles; qu'on attache ces cônes à une petite colonne, de ſorte que l'axe de cette colonne ſoit parallele à l'axe commun des cones, & que ces cones ſoient oppoſés l'un à l'autre par leur plus grande baſe; qu'on adapte environ au tiers de cette colonne, un priſme peu épais fait en forme de virgule, de ſorte que les baſes de ce priſme ſoient paralleles à celles des cônes, que le côté de cette virgule ſur lequel doit agir la cheville paſſe par l'axe commun des cônes, & qu'au point où il eſt coupé par cet axe on pratique une eſpèce de talon pour ſervir de repos à la cheville. Qu'on élève ſur la baſe du cône le plus éloigné de la virgule, parallélement à la colonne qui joint les deux cônes, & le plus loin qu'il eſt poſſible de cette colonne, une autre colonne de même épaiſſeur & dont la hauteur ſoit le tiers de la première. Qu'on faſſe porter à cette ſeconde colonne une ſeconde virgule parallele à la première, mais différemment tournée, on aura un corps tout-à-fait irrégulier que j'appellerai curvigeſte. Voyez les *figures* 16, 18 & 21. La *figure* 16 repréſente ce ſolide, vu de manière qu'on diſtingue toutes les parties qui le compoſent. La *figure* 18 eſt la coupe de ce corps faite ſuivant l'axe du curvigeſte. La *figure* 21 repréſente la coupe du même corps faite perpendiculairement au même axe. Fig. 16.

51. La roue d'échappement eſt garnie de chevilles qui s'élèvent alternativement l'une d'un côté, l'autre de l'autre du plan de la roue. Cette roue eſt évidée, comme on le voit dans la *figure* 22, pour que la colonne qui joint les deux cônes du curvigeſte puiſſe entrer dans les vuides qu'on y a pratiqué. La roue eſt logée entre les deux virgules, en ſorte que tantôt elle agit ſur la virgule ſupérieure, tantôt ſur la virgule inférieure.

52. Le curvigeſte & le balancier doivent avoir un axe commun & être tellement adhérent l'un à l'autre, que l'un ne puiſſe pas tourner ſans l'autre. Fig. 21, *bis*.

53. Les courbes du curvigeſte doivent être telles que, ſi l'on

mène une tangente à chacune d'elles à l'origine de ces courbes, c'eſt-à-dire, au point où elles rencontrent l'axe du balancier, ces deux tangentes ſoient paralleles entre elles.

54. LE curvigeſte doit être tellement diſpoſé, par rapport à la roue d'échappement, que lorſque toute la machine eſt en repos, les tangentes, dont je viens de parler, ſoient paralleles à celle qu'on ménéroit du centre de la cheville qui eſt en priſe, au cercle que décrit cette cheville; car ſi ces trois tangentes n'étoient pas paralleles entre elles, la cheville agiſſant au centre du curvigeſte ne tendroit à produire qu'une preſſion ſur les appuis de cet axe. Dès qu'on bande le reſſort, la cheville ſort de ſon repos, la virgule ſe trouve en priſe & eſt pouſſée par cette cheville, qui oblige par-là le balancier à tourner ſur ſon axe. Dès que cette cheville eſt échappée, la ſuivante entre dans ſon repos au centre de l'autre virgule, & le balancier continue à ſe mouvoir. La force élaſtique du ſpiral le fait tourner en ſens contraire. Cette ſeconde cheville ſort de ſon repos, agit ſur la ſeconde virgule, & ainſi de ſuite.

La pièce principale de l'échappement tient ici au balancier, c'eſt le curvigeſte; & la pièce ſecondaire tient à la roue d'échappement, c'eſt chacune des chevilles dont elle eſt garnie.

Cet échappement revient au même que celui de la *figure* 24. En effet les courbes FG & fg (*figure* 24) peuvent être diſpoſées, de manière qu'étant prolongées au-delà des points G & g, elles paſſent par l'axe du balancier, dont le point C eſt la projection, & cet axe peut être lui-même placé, de manière qu'il rencontre la circonférence que décrit un point de l'axe de chacune des chevilles, & qu'il la coupe perpendiculairement au plan de la roue d'échappement, les chevilles peuvent être tellement diſtantes l'une de l'autre que quand l'une d'elles ceſſe d'agir ſur l'une des courbes FG ou fg, la ſuivante rencontre l'autre courbe fg ou FG au point C, ſur lequel elle s'arrêtera néceſſairement, puiſque ce point n'a aucun mouvement de tranſlation, & qu'il tourne ſeulement ſur lui-même. Ainſi tout ce que nous avons dit des échappemens qui ſont repréſentés

figures 23 & 24, peut s'appliquer encore ici, excepté ce qui concerne la manière suivant laquelle se fait le repos.

55. On peut encore observer, relativement à la courbure des virgules, que sans avoir égard à la nature du mouvement de la roue, il faut que l'une d'elles étant poussée loin du centre de la roue suivant une loi quelconque, l'autre soit ramenée vers ce centre suivant la même loi.

Si nous voulons que tandis que l'une des chevilles de la roue, en agissant sur l'une quelconque des virgules, décrit un arc d'un nombre de degrés donné, un point de cette même virgule décrive un arc d'un même nombre de degrés; la courbure de l'une des deux virgules doit être celle d'un cercle d'un rayon égal à celui de la roue, & la courbure de l'autre doit être celle d'un cercle d'un rayon égal au tiers de celui de la même roue, (*art.* 31) si nous voulons que l'espace augulaire, parcourru par la roue, soit les deux tiers de celui que parcourt chacune des virgules, la courbure de l'une de ces virgules sera celle d'un cercle d'un rayon égal à la moitié du rayon de la roue, & celle de l'autre sera celle d'un cercle d'un rayon égal au quart de la même roue.

On trouvera de même les courbures des virgules suivant d'autres hypothèses au moyen de la table qui suit.

Espaces angulaires parcourus par un point de l'une des virgules.	*Espaces angulaires parcourus par l'une des chevilles de la roue.*	*Rayons de courbure de la virgule attirée vers le centre.*	*Rayons de courbure de la virgule poussée loin du centre.*
n	$2\,n$	infini.	$\frac{1}{2}\,(r)$
$2\,n$	$2\,n$	r	$\frac{1}{3}\,(r)$
$3\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{2}\,(r)$	$\frac{1}{4}\,(r)$
$4\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{3}\,(r)$	$\frac{1}{5}\,(r)$
$5\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{4}\,(r)$	$\frac{1}{6}\,(r)$
$6\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{5}\,(r)$	$\frac{1}{7}\,(r)$
$7\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{6}\,(r)$	$\frac{1}{8}\,(r)$
$8\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{7}\,(r)$	$\frac{1}{9}\,(r)$
$9\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{8}\,(r)$	$\frac{1}{10}\,(r)$
$10\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{9}\,(r)$	$\frac{1}{11}\,(r)$
$11\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{10}\,(r)$	$\frac{1}{12}\,(r)$
$12\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{11}\,(r)$	$\frac{1}{13}\,(r)$

La lettre n repréſente un nombre de degrés quelconque, & la lettre r le rayon de la roue, c'eſt-à-dire, la diſtance du centre de cette roue, ou centre de l'une des chevilles.

56. Il doit y avoir, ainſi que nous l'avons remarqué, un talon à l'origine de chacune des courbes. Ce talon doit faire avec la tangente, menée à l'origine de la courbe à laquelle il appartient, un angle aſſez aigu pour que la virgule dans ſa rotation ne laiſſe point ſortir la cheville de ſon repos, & aſſez obtus pour que, lorſque l'une des chevilles échappe, la ſuivante entre ou ſoit bien près d'entrer dans le repos. On ſatisfera à ces deux conditions en faiſant le talon, de manière qu'il faſſe avec la tangente en queſtion un angle de 135°, ainſi qu'on le voit dans la *figure* 21 *bis*.

57. Si l'on jette un coup-d'œil ſur la *figure* 22, on verra que la cheville *a* eſt en repos à l'origine de la virgule inférieure, (j'appelle virgule inférieure, celle qui paſſe en deſſous de la roue d'échap-

pement ; virgule ſupérieure, celle qui paſſe en deſſus. Je n'ai pas deſſiné ces virgules. Je me ſuis contenté de décrire les courbes qui indiquent les côtés de ces virgules, ſur leſquelles agiſſent les chevilles de la roue.)

On verra pareillement que la cheville *b* eſt en repos à l'origine de la courbe ſupérieure.

Que la cheville *c* & la cheville *d* ſont ſur le point de ſortir de leur repos.

Que la cheville *e* attire vers le centre la virgule inférieure.

Que la cheville *f* chaſſe loin du centre la virgule ſupérieure.

Que la cheville *g* entre dans le repos de la virgule inférieure à l'inſtant où la cheville *h* vient de quitter la virgule ſupérieure.

Que la cheville *h* eſt bien près d'entrer dans le repos de la virgule ſupérieure au moment où la cheville *i* quitte la virgule inférieure.

Que la cheville *k* entre dans le repos de la virgule ſupérieure un inſtant après que la cheville *l* a quitté la virgule inférieure.

Enfin à la ſeule inſpection de la dent *lm*, on verra que les échancrures, qui ſont pratiquées des deux côtés de cette dent, permettent au balancier de parcourir quatre cents trente degrés dans ſa vibration, mais pas davantage &; que durant cette vibration la cheville ne ſauroit ſortir de ſon repos, tant qu'il n'y aura pas de jeu dans les pivots du balancier ni dans ceux de la roue.

Cet échappement a beaucoup d'avantages ſur l'échappement à cylindre, le frottement ſur le repos qu'on doit toujours regarder comme une force qui tend à arrêter le mouvement du balancier, agit ici ſur un bras de levier nul, & par conſéquent ne peut altérer qu'inſenſiblement la vîteſſe du régulateur, au lieu que dans l'échappement à cylindre le frottement ſe fait, tantôt ſur la ſurface convexe, tantôt ſur la ſurface concave du cylindre. Il agit donc ici ſur des bras de leviers finis & inégaux, puiſqu'ils diffèrent l'un de l'autre de l'épaiſſeur de l'écorce cylindrique ; mais ſi l'échappement à chevilles procure au balancier le plus de liberté qu'il eſt poſſible, il exige tant de ſoins, tant de préciſion, tant de délicateſſe dans ſa conſtruction, qu'elle devient d'une difficulté preſque inſurmontable.

Je pourrois donner ici la deſcription de pluſieurs échappemens à repos différens de ceux dont je viens de parler. J'en ai imaginé pluſieurs ; mais après avoir analyſé ſcrupuleuſement leurs défauts & leurs avantages, j'ai vu qu'ils ne valoient pas mieux que ceux qu'on connoît. Je n'en ferai aucune mention, & je finirai par la deſcription d'un nouvel échappement à ancre.

De l'Echappement à ancre.

58. CET échappement eſt ainſi nommé, parce que les premiers de cette eſpèce qu'on a imaginé reſſembloient aſſez imparfaitement à un ancre de vaiſſeau, & quoique ceux dont on fait uſage maintenant ne reſſemblent nullement à un ancre, on leur a pourtant conſervé le même nom.

Fig. 25 & 26. On donne à la principale pièce de cet échappement la forme d'une eſpèce de compas, dont les pointes ſont pliées comme celles d'un compas ſphérique. Les deux règles AD & GH ne ſont pas dans un même plan. Elles ſont ſituées dans des plans dont la diſtance eſt aſſez grande pour que la roue à chevilles puiſſe ſe mouvoir entre ces plans. Voyez les *figures* 23 & 24. La règle $ABCD$ eſt coudée à pluſieurs retours d'équerre, afin qu'elle n'arrête pas les chevilles à leur paſſage. Ces deux règles ſont ſerrées l'une ſur l'autre au centre C, afin qu'elles ne puiſſent pas ſe mouvoir l'une ſans l'autre. Elles tiennent à la fourchette du pendule qui ſe meut avec elles.

La principale pièce de cet échappement tient au régulateur, c'eſt l'aſſemblage des deux demi-ancres AB, HG ; & la pièce ſécondaire tient à la roue d'échappement, c'eſt chacune des chevilles dont elle eſt garnie.

Cet échappement eſt préciſément le même que celui de la *figure* 24.

59. LE jeu de cet échappement eſt bien aiſé à concevoir. Lorſque le pendule ſe meut dans le ſens DH, la cheville m gliſſe ſur l'arc Fm qui a ſon centre au point C ; lorſqu'il retourne dans le ſens HD, elle gliſſe encore ſur le même arc juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée au point

point F, alors elle gliſſe ſur la courbe FE, accélère le mouvement du pendule, & lorſqu'elle eſt arrivée en E, la cheville ſuivante m', qui eſt de l'autre côté du plan de la roue, rencontre l'arc KL ſur lequel elle gliſſe. Cependant la roue reſte immobile juſqu'à ce que cette ſeconde cheville agiſſe ſur la courbe KI, comme a fait la première ſur la courbe FE.

On voit que le frottement qui s'exerce ſur les arcs KL & Fm eſt une force qui tend à ralentir le mouvement du pendule, que cette force eſt ſenſible, qu'elle agit ſur un bras de levier fini, & que par conſéquent elle peut, dans certains cas, abſorber le mouvement du régulateur, & faire arrêter la machine. Il ſeroit donc à ſouhaiter qu'on pût éviter ce frottement. C'eſt ce que j'ai cherché, & ſi je m'abuſe, je crois avoir trouvé un moyen de l'éviter en partie. Voici en quoi il conſiſte.

60. Concevons que l'axe de l'ancre, repréſentée dans les *fig.* 23 & 24, porte en outre deux eſpèces de rateaux tels que $abcdef$ qui aient la liberté de tourner ſur cet axe indépendamment de l'ancre, (voyez les *figures* 28 & 29.) Que l'arc ff' du rateau ſoit plus élevé que l'arc FF' de l'ancre; que le talon y du rateau porte une goupille y qui, rencontrant le talon $C'D$ de l'ancre empêche, la courbe fe d'aller plus loin que FE. Que derrière la partie $GHIKL$ de l'ancre il y ait un rateau ſemblable à $adeff'$, l'aſſemblage des deux rateaux & de l'ancre compoſera la principale pièce de l'échappement dont je veux parler. Fig. 27 & 28.

61. Le jeu de cet échappement n'eſt pas plus difficile à concevoir que celui du précédent.

Chacun des rateaux tend toujours à prendre une poſition telle que ſon centre de gravité, ſoit dans la verticale ZN qui paſſe par le point C, mais la goupille dont il eſt garni l'oblige à ſuivre le mouvement de l'ancre. Lorſqu'une des chevilles échappe, la ſuivante tombe ſur la partie ſupérieure du rateau, le frottement ſuſpend le mouvement du rateau qui ſoutient la cheville, l'empêche de frotter ſur l'ancre, & permet au pendule d'achever librement ſon oſculation. Pendant l'oſ-

culation ſuivante, l'ancre revient ſur ſes pas, rencontre la goupille du rateau dont le mouvement eſt ſuſpendu par le frottement. Ce rateau laiſſe échapper la cheville dont il ſuſpendoit le mouvement, & la roue devenue libre, agit ſur la courbe de l'ancre & entretient le mouvement du pendule.

Quant à la courbure qu'on doit donner à *FE* & à *IK*, on voit aiſément que la courbe qui lui convient eſt celle qui eſt repréſentée dans la figure cinquième; mais ſi l'on obſerve que nous n'avons beſoin que d'une très-petite partie de cette courbe, & que la ligne droite eſt l'élément de toutes ſortes de courbes, on verra qu'on peut lui ſubſtituer une petite ligne droite, ou ſi l'on veut un petit arc de cercle.

Il me reſteroit encore bien des obſervations à faire ſur les échappemens. Je ne le puis maintenant, parce que mes occupations ne me permettent pas, d'ici au mois de Janvier, de faire bien des expériences que j'ai en vue. Auſſi-tôt que je ſerai un peu plus libre, je m'occuperai plus ſérieuſement de l'horlogerie; je retoucherai ce Mémoire, qui n'eſt que le fruit d'un travail interrompu. Je prendrai la liberté de préſenter à la Société les additions que j'y aurai faites.

Si pourtant cet eſſai, dans le foible état où il eſt à préſent, mérite l'attention de cette Académie; quel que ſoit ſon ſort, je ne regretterai pas le tems qu'il m'a coûté, & j'aurai atteint mon but.

fig. 1

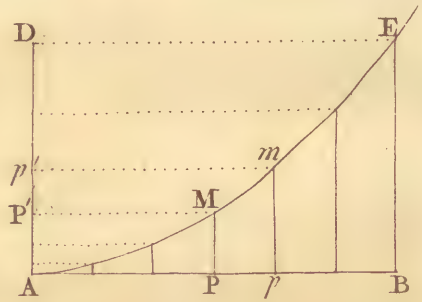


fig. 3

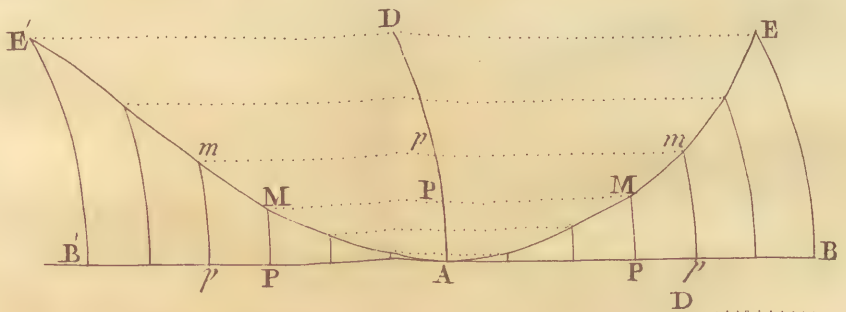


fig. 4

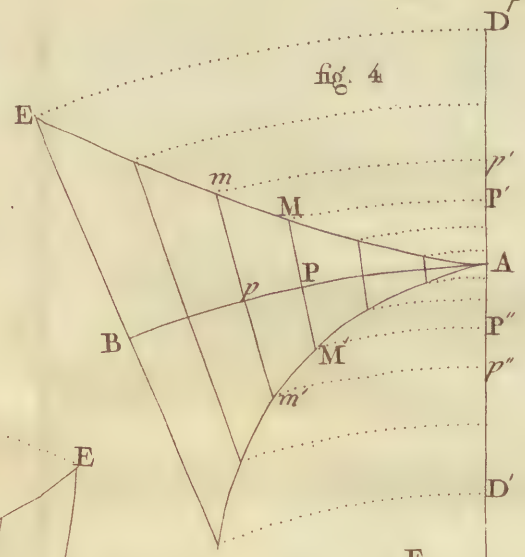


fig. 5

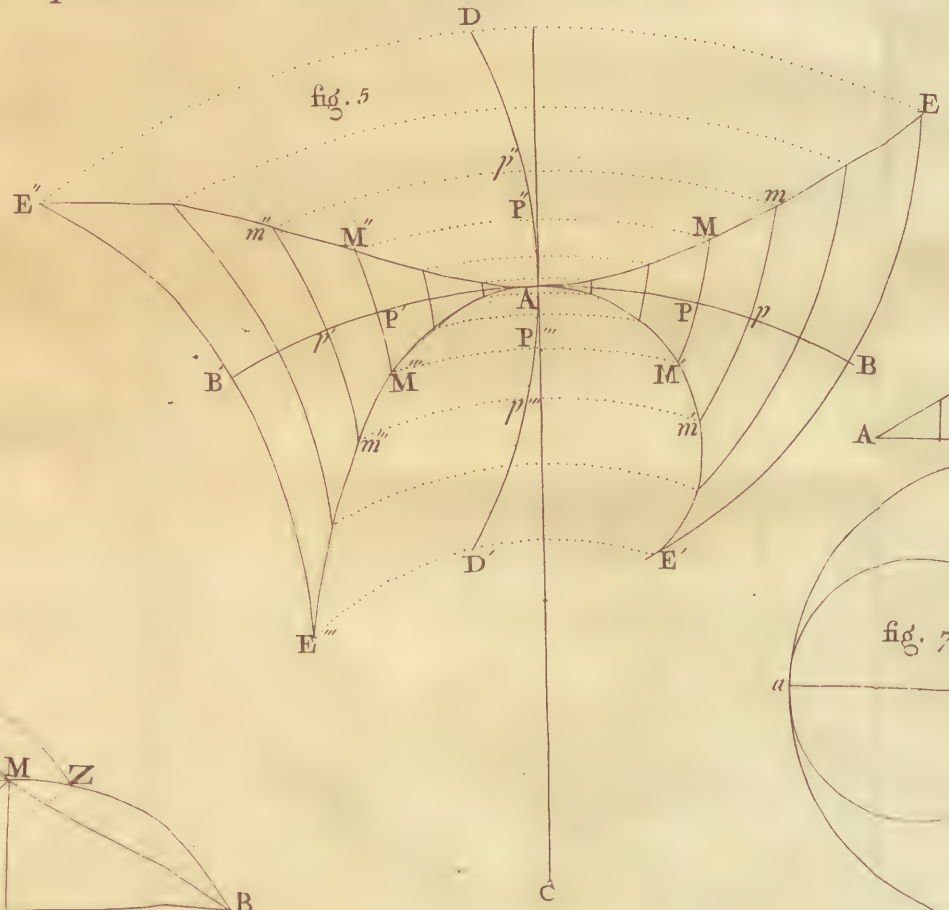


fig. 2

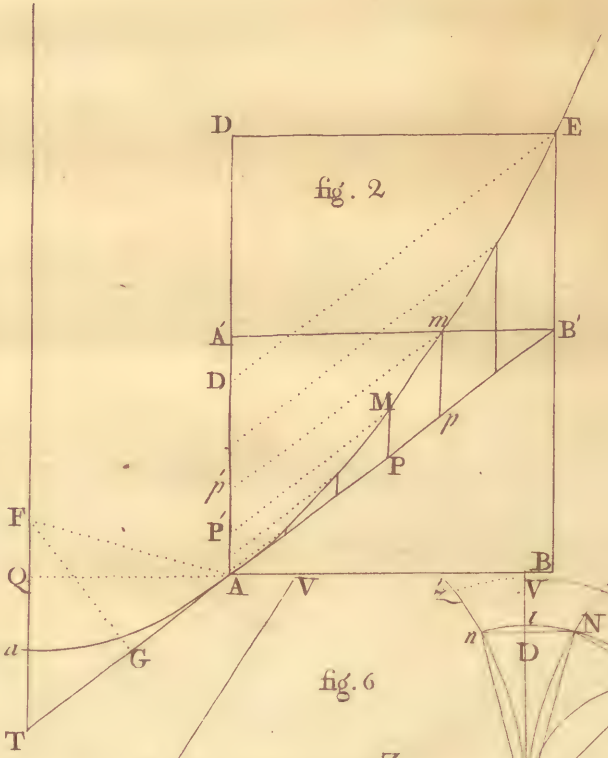


fig. 6

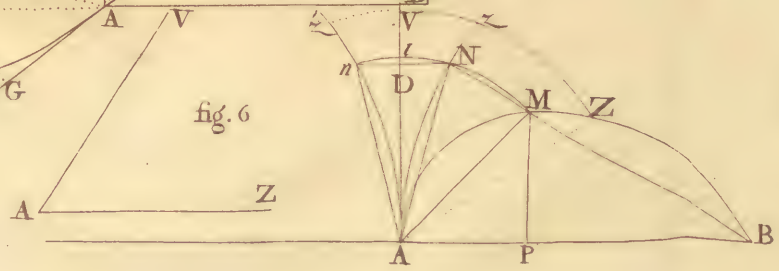


fig. 8

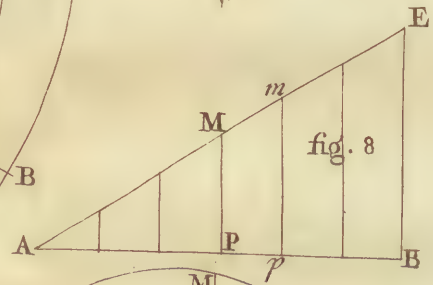
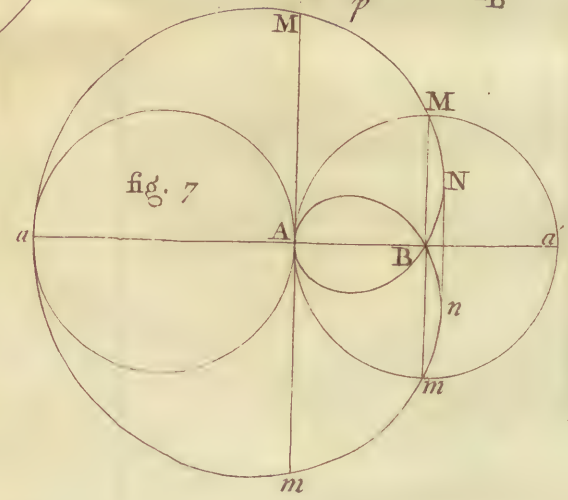
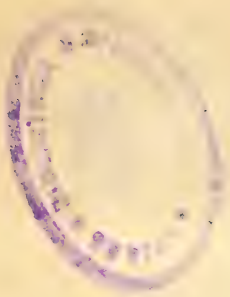
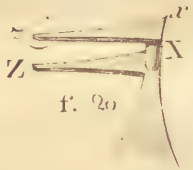


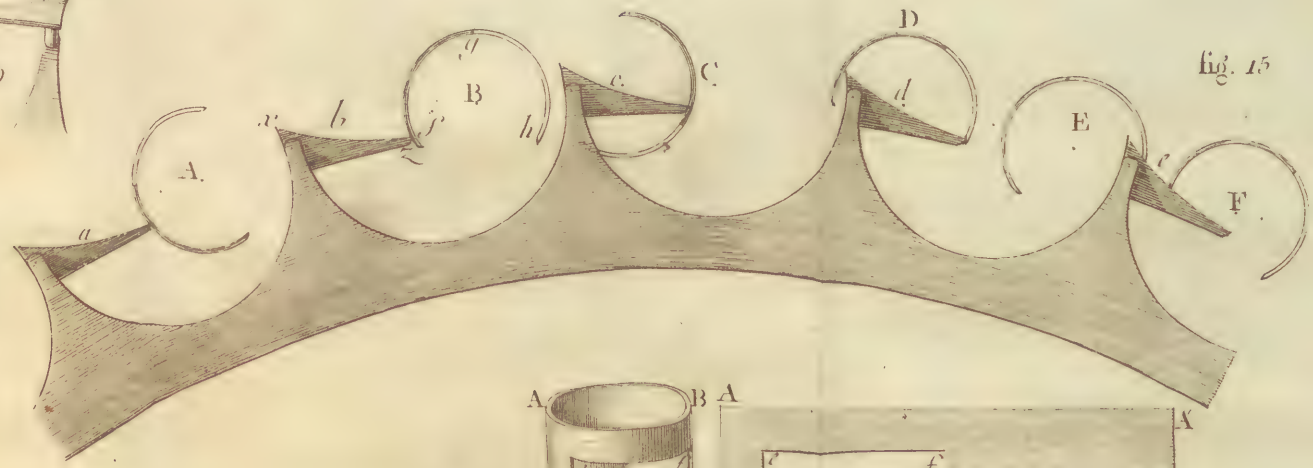
fig. 7

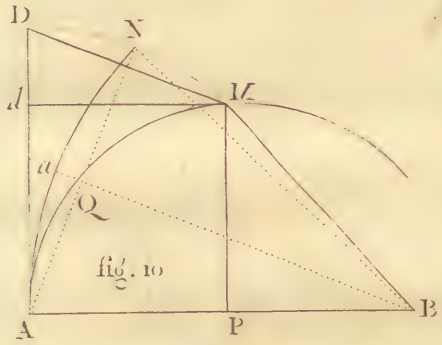




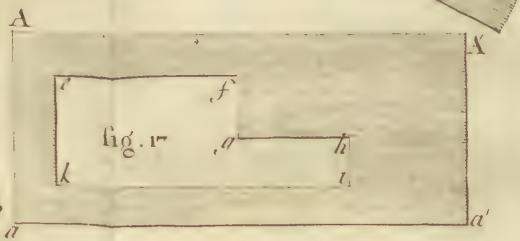
r
f. 19

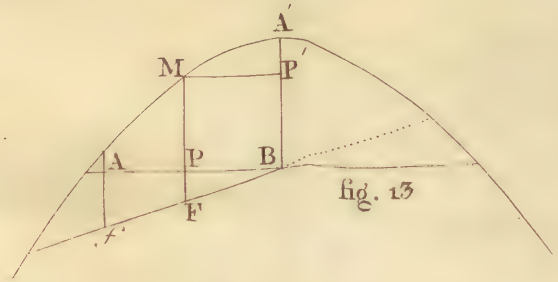

r
Z
X
f. 20


A
B
C
D
E
F
fig. 15


D
N
d
M
a
Q
fig. 10
A
P
B

A
B
fig. 14
a
b


A
A
fig. 17
a
b
a'


A'
M
P'
A
P
B
F
f'
fig. 13

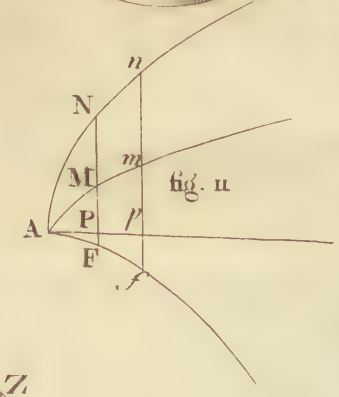

n
N
m
M
fig. 11
A
P
l'
F
f

fig. 16

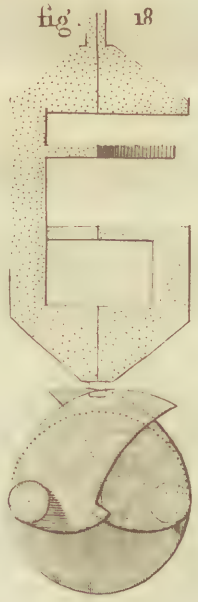
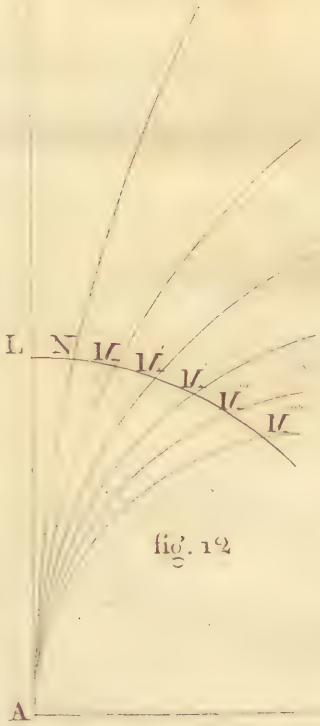
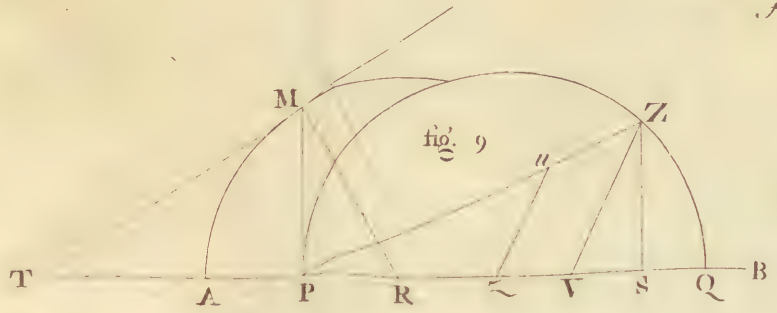


fig. 18
fig. 21


L
N
M
M
M
M
M
fig. 12
A
B


M
Z
u
fig. 9
T
A
P
R
V
S
Q
B

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
SEVILLA

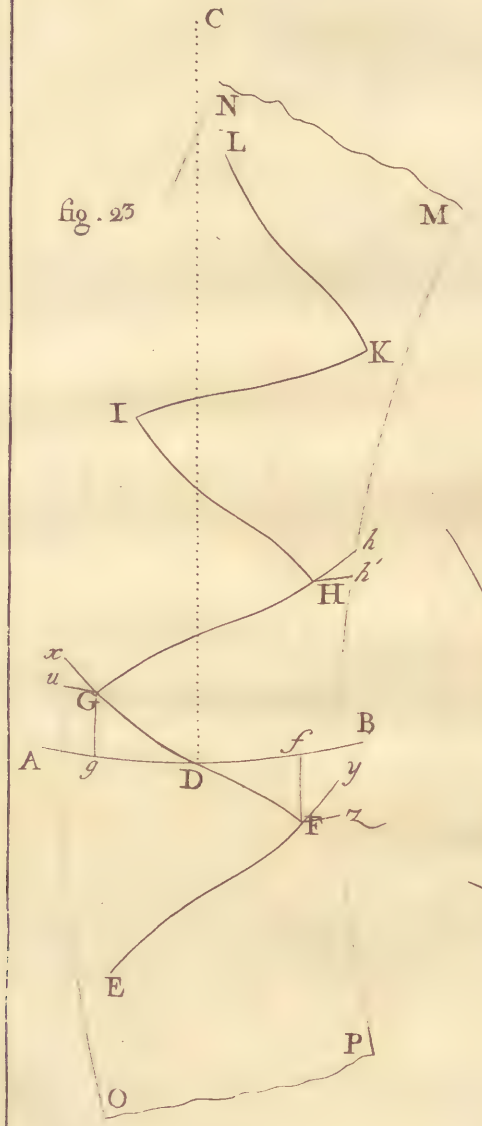


fig. 23

fig. 22

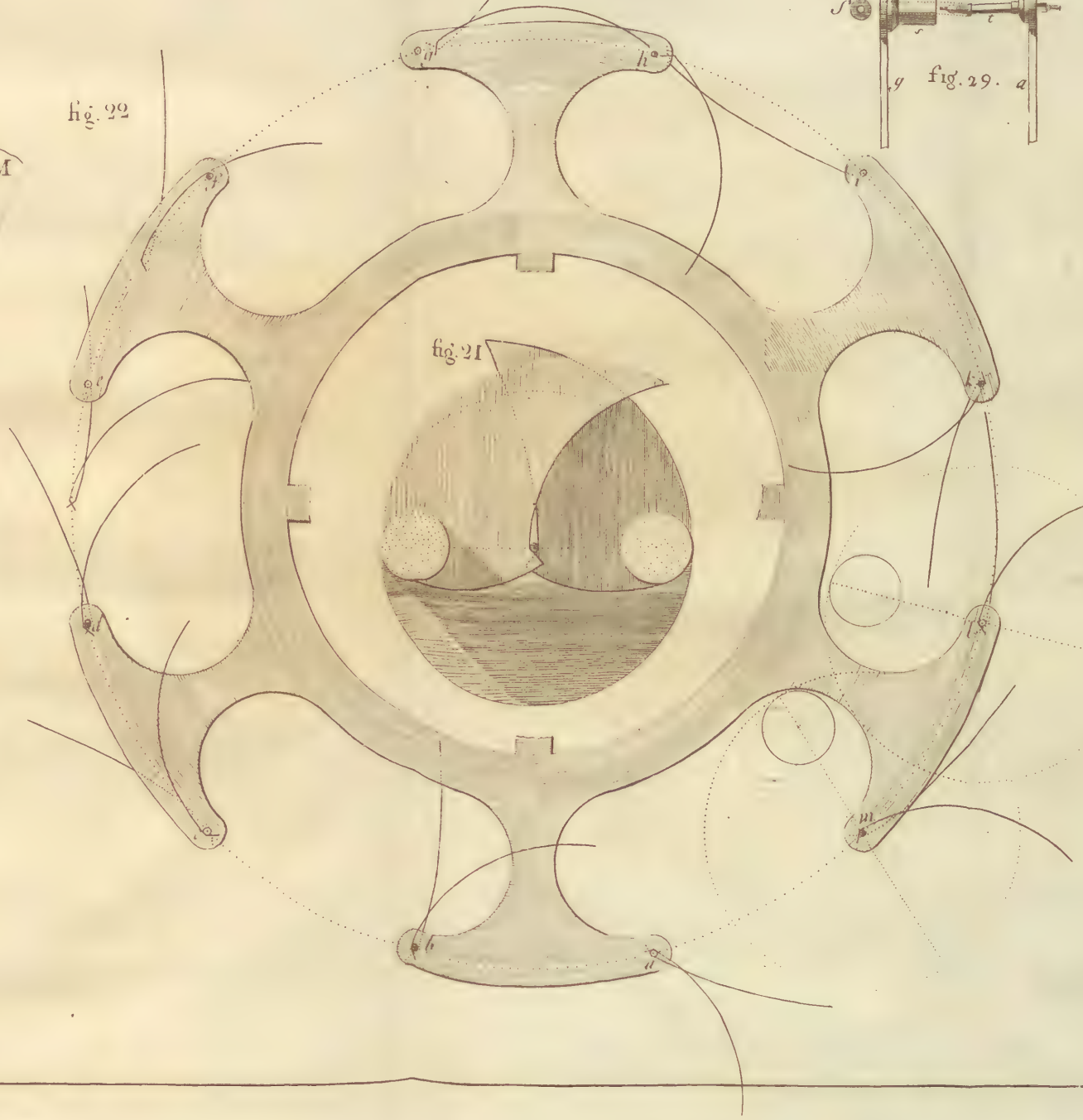


fig. 21

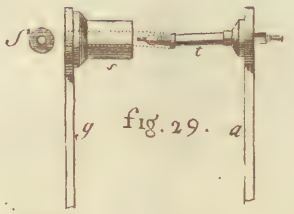


fig. 29.

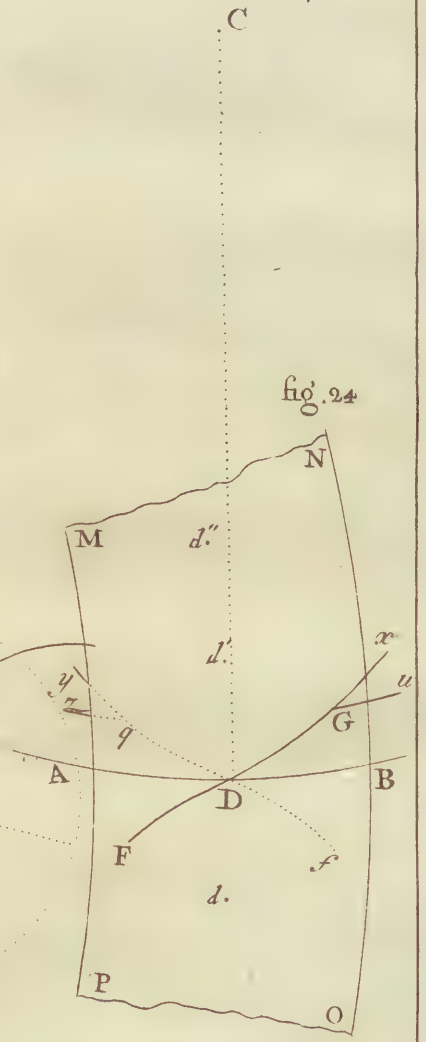
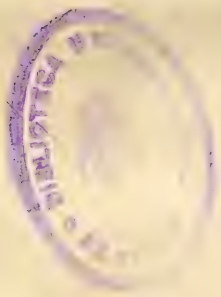


fig. 24



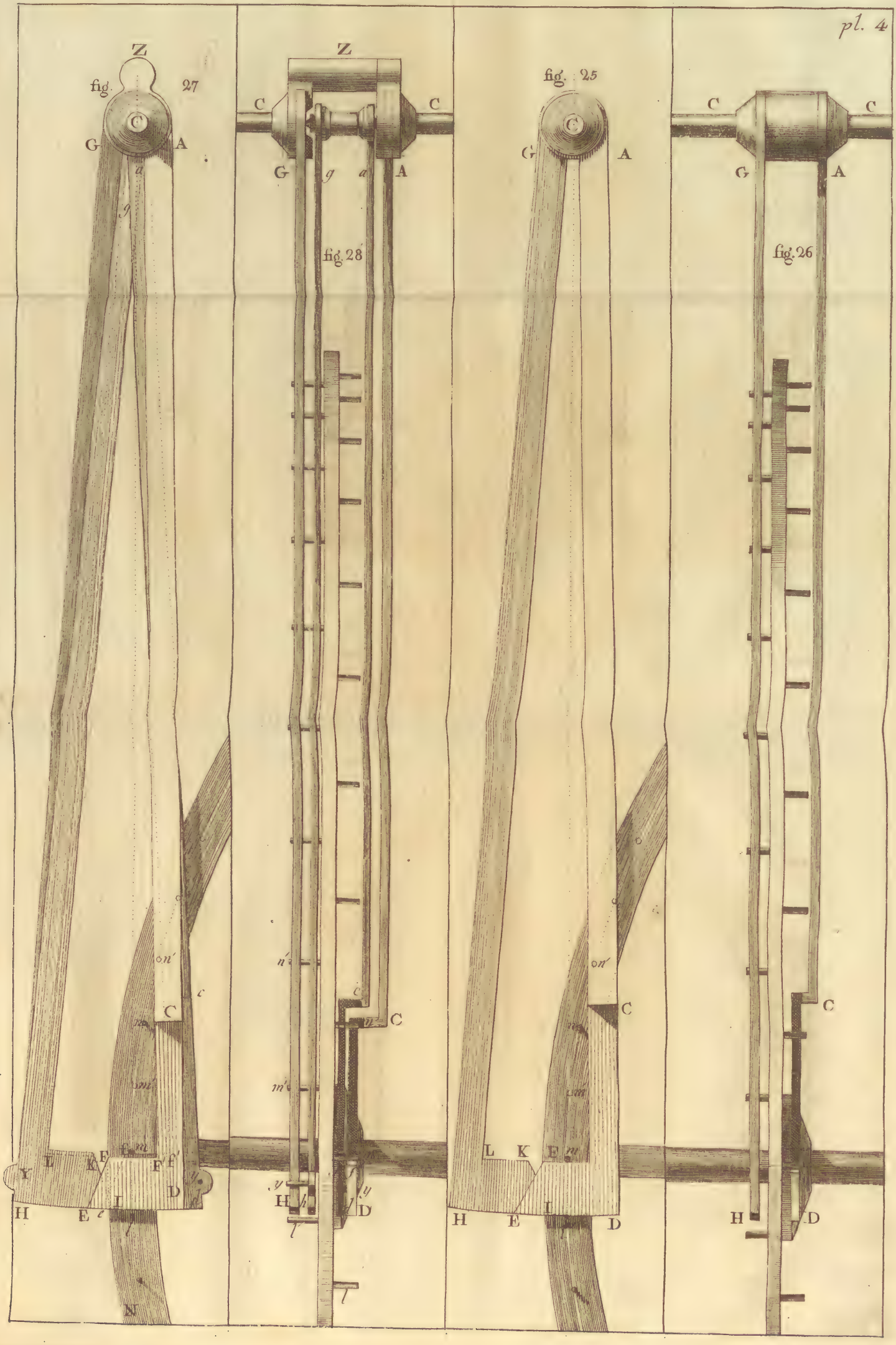


fig. 27
Z
C
G
A
a
g
n'
C
c
m'
L
K
E
F
f'
Y
I
D
H
E
c
l
N
fig. 28
Z
C
C
G
g
a
A
n'
C
n
m'
y
H
h
l
D
fig. 25
C
G
A
n'
C
m'
L
K
E
m
H
E
I
D
fig. 26
C
C
G
A
C
H
D

MEMOIRE

De M. Pierre-André CHAMBRIER,

Maître Orfévre, Natif de Genève, qui a remporté la moitié du Prix proposé par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, dans ses Programmes du 1 Juillet 1776 & du 1 Décembre 1777.

Labor improbus omnia vincit.

QUESTION.

La Société avoit proposé en 1776 une Queſtion ſur la manière de perfectionner le Laiton, & de remplacer celui qui eſt connu ſous le nom de Cuivre jaune de chaudière. *Elle n'a reçu qu'un ſeul Mémoire ſur ce ſujet, & elle a eu le regret de ne pouvoir pas le couronner.*

La Société propoſe de nouveau cette importante Queſtion aux recherches des Artiſtes; elle prie ceux qui voudront s'en occuper, de ſe procurer une connoiſſance exacte du meilleur Laiton de chaudière, *qui doit être toujours leur objet de comparaiſon, & de conſulter des Horlogers inſtruits & jaloux de la perfection des matières qu'ils emploient; elle les prévient encore qu'il eſt néceſſaire d'uſer de quelque moyen pour affiner le grain après la première fuſion, & pour rompre la criſtalliſation produite par le refroidiſſement, afin de pouvoir employer ce Métal aux pièces les plus délicates de l'Horlogerie, ſans courir le riſque de les rompre.*

La Société continue donc à demander deux bandes de Laiton, dont chacune ait ſix pouces de longueur, un pouce & demi de largeur, & trois lignes d'épaiſſeur au moins, qui rempliſſent les conditions ſuivantes,

ſavoir : Que les parties de ce Métal ſoient homogènes & bien liées ; que, forgé à froid pendant long-tems avec les ſoins requis, il acquière le plus de dureté & d'élaſticité poſſibles, ſans ſe fendre ni s'écailler ; qu'il préſente à la caſſure des grains fins, égaux, & d'une belle couleur jaune ; que dans les épreuves qu'en feront les Artiſtes, il puiſſe ſe diviſer en petites parties ſans qu'elles ſe détachent ; & qu'enfin il ſoutienne l'action du Mercure au dorage, ſans ſe tourmenter ni ſe déſunir.

L'Artiſte qui aura produit ces piéces de Laiton, expoſera ſes procédés dans un Mémoire, en déſignant l'eſpèce de Cuivre rouge dont il ſe ſera ſervi pour cela.

IL ſemble d'abord qu'il eſt facile de répondre à la queſtion propoſée en 1776 & renouvellée en 1777 par la Société des Arts de Genève : ſur la compoſition d'un Laiton, qui ne laiſſe rien à deſirer aux artiſtes Horlogers dans l'emploi qu'ils peuvent en faire : mais on n'y penſe pas long-tems ſans appercevoir bientôt les obſtacles nombreux qu'il faut ſurmonter ; on a beſoin d'un Zinc très-pur, l'alliage qu'il peut y avoir nuit pour l'ordinaire au Métal dont il eſt une partie : il en eſt de même du Cuivre, dont il y a des eſpèces qui ne ſauroient donner un bon Laiton ; enfin, il faut avoir recours à des manipulations indiſpenſables, & qu'on ne peut tenir que de la main d'une longue expérience.

Je ne dirai rien auſſi des moyens par leſquels on tire le Cuivre hors de la mine, ou le Zinc hors de la pierre calaminaire, on en trouve dans le commerce avec leſquels on peut faire du Laiton propre aux pièces délicates de l'Horlogerie : mais je dois ajouter, qu'une foule d'expériences m'a appris l'impoſſibilité de compoſer toujours un Laiton parfaitement ſemblable, ſi l'on ſuit les procédés dont on ſe ſert dans les travaux en grand ; la quantité du Zinc qui s'unit au Cuivre n'eſt jamais la même, & le Laiton qu'on aura fait ainſi n'aura plus la même élaſticité : c'eſt cet inconvénient que j'ai cherché à ſur-

monter, & voici les moyens que j'ai trouvé les plus convenables pour en venir à bout ; ce ſont ceux que j'ai ſuivi pour faire les plaques de Laiton jointes à ce Mémoire.

Je crois d'abord avoir éclairci par mes expériences, ſuivant les vues du Programme de 1776, les doutes élevés ſur l'action des graiſſes pour améliorer le Laiton, & par conſéquent je fais voir que la préférence qu'on donne aux vieux vaiſſeaux de Cuivre pour avoir du bon Laiton, n'eſt pas due à l'uſage qu'on peut en avoir fait, mais à leur compoſition primitive.

Ayant pris une petite Caſſerole de Cuivre jaune, qui m'a paru être faite avec un Laiton très-commun, je l'ai expoſée pleine d'huile à un feu capable de tenir l'huile en ébullition, & à diverſes repriſes elle a éprouvé pendant un mois conſécutif l'action de ce feu ; j'ai expoſé enſuite un morceau de cette Caſſerole peſant 8 gros & 9 grains à l'action combinée du feu, de l'air, & de la graiſſe pendant ſix mois ; au bout de ce tems, le poids du morceau de la Caſſerole mis en expérience, étoit diminué de 5 grains & demi ; mais malgré tout cela le morceau de Cuivre jaune coupé à la Caſſerole, & qui avoit paſſé par toutes ces épreuves, ne valoit pas mieux que le reſte de la Caſſerole, qui n'y avoit pas été expoſé.

Je me ſuis aſſuré outre cela, qu'il eſt auſſi facile de trouver du bon Laiton dans les vaiſſeaux neufs que dans ceux qui ont ſervi long-tems ; d'où il réſulte qu'il n'y a que la pureté des métaux qu'on emploie, & ſur-tout celle du Zinc, qui puiſſe fournir un Laiton d'une qualité parfaite, & qu'il ſoit toujours facile de compoſer de la même manière & avec le même ſuccès.

Le Laiton que je vous préſente n'a cependant point encore acquis le titre d'un Laiton parfait ; mais je ſuis aſſuré, par mes expériences & par celles de pluſieurs Artiſtes, qu'il eſt ſupérieur au Laiton qu'on emploie généralement dans l'Horlogerie.

Les plaques du Laiton, ſoumiſes à votre jugement, ſont ſans aucune de ces préparations propres à maſquer ſa vraie nature, & qui auroient pu tromper ſur la perte qu'il y auroit à faire en le fabriquant ;

elles ſont ſemblables au Laiton que le commerce fournit ordinairement aux Artiſtes pour l'Horlogerie.

J'ai fait l'analyſe de divers Laitons pour connoître les rapports du Cuivre & du Zinc dont ils étoient compoſés. Voici les principaux réſultats.

Première Expérience.

J'ai pris 12 gros du meilleur Laiton de chaudière, je l'ai tenu en fuſion pendant une heure & demie; au bout de ce tems j'ai lieu de croire que tout le Zinc doit s'être volatiliſé; j'ai trouvé alors au fond du creuſet un culot de Cuivre peſant 7 gros 56 grains, auxquels il faut ajouter 36 grains pour la perte du Cuivre volatiliſé pendant l'opération, comme je le prouverai plus bas; d'où il réſulte

Que le Cuivre contenu dans ce Laiton étoit .	8 gros	20 grains.
Et le Zinc	3	52
Poids du Laiton de chaudière	12	—

Seconde Expérience.

Douze gros de moyenne qualité, ayant été traités par les mêmes procédés, m'ont fourni en Cuivre	6 gros	48 grains
Pour la perte du Cuivre volatiliſé	—	31
Zinc	4	65
Poids du Laiton	12	—

Troiſième Expérience.

Douze gros du Laiton le plus caſſant, traités par les mêmes procédés, m'ont donné en Cuivre .	4 gros	60 grains.
Pour la perte du Cuivre volatiliſé	—	25
Zinc	6	59
Poids du Laiton	12	—

Quatrième Expérience.

AYANT fait du Laiton compoſé de 8 gros de Cuivre & de 4 gros de Zinc, je l'ai traité comme les précédens, & j'ai obtenu un culot de Cuivre peſant 7 gros 35 grains; d'où il réſulte qu'il y a eu une perte réelle de 37 grains de Cuivre pendant l'opération: c'eſt après cette expérience, que j'ai calculé la perte du Cuivre dans les opérations précédentes.

Mais je dois reconnoître que ces expériences ſont ſujettes à varier, & que les réſultats ne ſont pas toujours parfaitement ſemblables: ainſi, par exemple, ſi le Laiton contient beaucoup de Zinc, ou ſi l'on fait l'opération avec un feu violent, alors il y aura une plus grande quantité de Cuivre volatiliſé, que ſi le Laiton avoit contenu moins de Zinc, ou ſi le feu avoit été plus lent.

L'Artiſte qui voudra analyſer du Laiton doit donc comparer le réſultat de ſes opérations avec le bon Cuivre de roſette par la pierre de touche, mais il ne doit pas être trop ſcrupuleux pour une très-petite différence de couleur, car ce n'eſt pas à une petite quantité de Zinc qu'eſt attaché le ſuccès de ſa compoſition; cette différence peut même être d'un douzième ſans devenir nuiſible, pourvu que les autres conditions ſoient exactement remplies; ſi une once de Cuivre contient 12 grains de Zinc, ſa couleur en ſera ſenſiblement altérée, cependant cette quantité n'eſt que la vingt-quatrième partie du Zinc qu'il faut allier au Cuivre pour en faire du Laiton, & cette quantité eſt incapable de nuire à la bonté du métal fabriqué; je crois même que, dans ce cas, il vaut mieux laiſſer un peu de Zinc dans le Cuivre, parce qu'il eſt facile d'en ſuppoſer la quantité; au lieu que ſi, en voulant dépouiller entièrement le Cuivre du Zinc qui lui eſt allié, on laiſſe encore long-tems le Cuivre en fuſion après que le Zinc a été volatiliſé, il ſeroit impoſſible d'eſtimer la perte du Cuivre pendant cet intervalle, & l'erreur à laquelle on s'expoſeroit ſeroit alors pire que la première.

Deux eſpèces différentes de Cuivre m'ont également bien ſervi dans les expériences que j'ai faites ſur la compoſition du Laiton. Le Cuivre de roſette dont la livre coûte ici trois livres de France, & le Cuivre en feuilles fort minces dont la livre coûte deux livres de France, j'ai employé ce dernier pour la compoſition du Laiton que je vais décrire, parce qu'il coûte beaucoup moins, & qu'il favoriſe davantage la grande conſommation qu'on en fait continuellement.

Compoſition du Laiton.

PRENEZ une quantité quelconque de ces feuilles de Cuivre, dont l'épaiſſeur eſt la même que celle d'une pièce de deux ſols de france; enduiſez-les avec une matière compoſée de parties égales de ſuif & de noir de fumée, pour prévenir leur calcination avant la fuſion; ployez-les de manière à leur donner le plus petit volume; placez-les dans un creuſet avec deux parties de tartre en poudre & une de poix-réſine; rempliſſez le creuſet en le couvrant avec un mêlange de trois parties de charbon pilé groſſièrement, une partie de poix-réſine, & une de tartre; procédez à la fonte; jettez la matière en fuſion de manière à la réduire en grenailles très-fines & très-égales, ce qui s'opère en verſant le métal fondu dans un baquet plein d'eau qu'on agite avec un balai. Il faut encore néceſſairement purifier le Zinc avant de l'employer, & le meilleur procédé pour en venir à bout eſt celui qui eſt indiqué dans la Docimaſie de Cramer : il conſiſte à faire fondre dans un creuſet le Zinc du commerce dont la livre coûte 40 ſols de France; quand il ſera en bonne fuſion, il faut y projetter du ſuif & du ſoufre en poudre, les remuer promptement avec une baguette de fer enduite d'une terre glaiſe mêlée avec un peu de ſable fin; alors ſi le Zinc n'eſt pas pur, il ſe formera des ſcories nageant à la ſurface, qu'il faut enlever à meſure qu'elles y paroiſſent; on continuera de projetter du ſuif & du ſoufre, de même que de remuer les matières, juſques à ce que le ſoufre ne formant plus aucune ſcorie, brûle librement ſur la ſurface du Zinc; enfin, il faut jetter alors le Zinc en grenailles

nailles comme le Cuivre. Cette méthode est fondée sur la petite affinité du Soufre avec le Zinc, & sur la grande affinité de ce même Soufre avec le Fer, & les autres corps alliés au Zinc ; dans le mêlange, ces corps étrangers & sur-tout le Fer, qui nuisent tant à la perfection du Laiton, quittent le Zinc, & se portent sur le Soufre qui les change en scories. Après avoir ainsi purifié le Cuivre & le Zinc, prenez quatre marcs du Cuivre en grenailles, que j'ai décrit, & deux marcs de Zinc purifié suivant le procédé de Cramer, & réduit aussi en grenailles ; alors mettez dans le fond d'un creuset, au moins à l'épaisseur d'un pouce, une poudre composée de trois parties de charbon en poudre grossière, une partie de poix-résine & une partie de tartre ; sur cette poudre, qui doit être serrée, placez un lit de Zinc, couvrez-le d'un lit de la même poudre, que vous couvrirez de même par un lit de Cuivre, suivi par un lit de poudre, ensuite par un autre lit de Zinc, puis par un autre lit de Cuivre, en stratifiant toujours de cette manière la poudre, le Zinc & le Cuivre, tant que vous aurez du métal à placer dans le creuset ; mais observez cependant qu'il faut faire en sorte que le dernier lit soit composé de Cuivre, & recouvert par un lit fort épais de la poudre prescrite ; après cela fermez, aussi bien qu'il sera possible, le creuset avec son couvercle, ensuite procédez à la fonte : puis quand une flamme bleue paroîtra, ce qui annonce la fusion de la matière, vous agiterez le mêlange à plusieurs repriſes avec une baguette, & le coulerez ensuite dans une lingotière fermée, ou dans un moule de sable bien sec ; mais il importe toujours d'ôter, autant qu'on peut, au métal le contact immédiat de l'air pendant qu'il est fondu, & d'employer une lingotière ou un moule très-chaud. Il faut même encore laisser refroidir la fonte dans la lingotière où elle aura été jettée, sans la faire communiquer avec l'air extérieur.

Quand la fonte sera refroidie, on doit la couper en morceaux, qui puissent facilement être arrangés dans un creuset, dont le fond aura été rempli par un lit de la poudre décrite ; il est même encore nécessaire d'en couvrir le métal qui remplit le creuset, alors on doit procéder à la fonte & couler la matière bien remuée dans les moules

qu'on jugera à propos, pourvu qu'on ait un grand ſoin de la garantir dans ce moment, autant qu'il ſera poſſible, du contact immédiat de l'air extérieur.

Par ces procédés on aura le Laiton que je vous préſente; une once de cette compoſition contient environ cinq gros & deux tiers de Cuivre & deux gros & un tiers de Zinc; les retailles & la limaille de ce Laiton peuvent être refondues pluſieurs fois ſans perdre beaucoup de leur qualité primitive, pourvu qu'on ait ſoin, en les refondant, de les mêler dans le creuſet, avec une grande quantité de la poudre indiquée, pour prévenir la volatiliſation du Zinc: cependant malgré cette précaution, on voit la couleur jaune & l'élaſticité de ce Laiton, ſe dégrader inſenſiblement par la perte du Zinc, que chaque fuſion lui fait ſouffrir & qu'il eſt impoſſible d'empêcher entièrement.

Il ne ſera pas inutile d'obſerver que, lorſqu'on juge néceſſaire de recuire le Laiton pour le forger, il ne faut jamais le chauffer au point de paſſer la couleur de ceriſe, & qu'on doit toujours le laiſſer refroidir tranquillement: ces précautions ſont importantes pour conſerver au Laiton ſa ductilité.

Il eſt également important d'étudier le degré de chaleur qu'il faut pour mettre le Laiton en bonne fuſion, parce qu'une trop grande chaleur rend la matière aigre & pailleuſe: on ne ſauroit preſcrire ici aux Artiſtes aucune règle, parce que le degré de feu, néceſſaire pour fondre un certain métal, varie ſuivant les fourneaux; l'expérience ſeule peut devenir leur maître, & une attention éclairée diriger leurs opérations.

Mais s'il arrivoit que le Laiton fut gâté par une chaleur trop vive, on pourroit encore le rappeller à ſa première bonté par une fonte faite avec la poudre indiquée, qui lui rendroit le phlogiſtique qu'il auroit perdu; obſervez cependant que ce remède n'eſt pas toujours efficace.

Tous les ouvrages des Artiſtes ne demandent pas les mêmes qualités dans le Laiton qu'on y emploie: auſſi l'on peut faire pour les groſſes pieces un très-bon Laiton en le compoſant de parties égales de Cui-

vre & de Zinc : il eſt vrai qu'il n'a pas la même ténacité que le Laiton qui contient davantage de Cuivre, & qu'il eſt plus ſujet à s'éclater & à ſe gercer, quoiqu'il ſoit encore aſſez ductile.

Il m'eſt arrivé quelquefois d'eſſayer inutilement de faire du bon Laiton, en obſervant les procédés que j'ai détaillés ; mais j'ai remarqué la cauſe de ces eſſais inutiles ; elle m'a paru ſe trouver dans la nature du Cuivre qui n'avoit pas été bien purifié par la granulation ; alors je lui ai donné les qualités qu'il devoit avoir, en faiſant fondre ce Cuivre granulé avec du Borax, & en le tenant ainſi long-tems dans une bonne fuſion. Quand il s'eſt refroidi dans le creuſet, il faut enlever avec la lime toute la ſurface du culot à l'épaiſſeur d'environ un quart de ligne, puis le faire fondre de nouveau, le jetter en grenailles, par ce moyen il ſera propre à faire un très-bon Laiton.

Mes expériences me font croire, qu'il convient de proſcrire le ſel de potaſſe hors des atteliers où l'on fabrique le Laiton, quoiqu'il facilite beaucoup la fuſion du Cuivre ; mais je ſuis certain qu'il donne de mauvaiſes qualités au Laiton, à moins que ce ſel de Potaſſe ne ſoit parfaitement purifié.

Tel eſt le fruit de mes recherches ſur la queſtion propoſée par la Société des Arts ; ſi je n'ai pas le bonheur de mériter ſon ſuffrage, j'ai l'eſpérance de profiter, avec le public, des lumières qui ſeront répandues ſur ce ſujet par ceux qui auront mieux fait que moi.

ESSAI

SUR CETTE QUESTION.

Quelle eſt la meilleure méthode d'établir & d'entretenir les Prés naturels & artificiels, relativement aux diverſes plantes qui les compoſent; & quels ſont les moyens de détruire les plantes, inſectes, & autres animaux qui leur ſont nuiſibles?

Patriæ ſim idoneus, utilis agris,
Utilis bellorum & pacis rebus gerendis.
JUVENAL, *Sat.* XIV.

LE Comité d'Agriculture, en imprimant ce Mémoire, auquel il a adjugé la moitié du prix décerné pour la queſtion qui en eſt l'objet, a cru devoir ſupprimer quelques paſſages inutiles, ajouter des notes qui ſerviſſent d'explication au texte dans les endroits qui lui ont paru en avoir beſoin, & retrancher abſolument toute la partie concernant l'effet du gyps ſur les prés, comme ne répondant point à ſa demande & à ſon attente.*

J'APPELLE *pré naturel*, celui qui eſt compoſé de plantes que l'homme n'a point ſemées. Ces plantes ſont de différentes eſpèces, les unes hâtives, d'autres tardives; celles-ci retardent le moment de la récolte, ce qui fait que ces Prés ne ſe fauchent d'ordinaire que deux fois par an.

L'on a imaginé qu'avec un peu plus de dépenſes & de ſoins, & en ne compoſant un Pré que de plantes hâtives d'une bonne eſpèce, on pourroit faire des coupes plus fréquentes & augmenter ainſi les récoltes; de-là l'origine des *Prés artificiels*.

* Les Notes annoncées par des chiffres ſont de l'Auteur; celles annoncées par des lettres ont été miſes par ordre du Comité.

On donne ce nom à ceux qui ſont ſemés de plantes choiſies, qui demandent un certain ſoin & ne durent que quelques années, au bout deſquelles la nature, qui tend toujours à reprendre ſes droits ſur les uſurpations de l'art, couvre elle-même le ſol de plantes (qu'on peut par cette raiſon appeller *naturelles*) à meſure que celles qui avoient été ſemées périſſent: ainſi le Pré artificiel devient naturel. Tel a été probablement le ſort de tous les Prés naturels que nous connoiſſons.

Pour mettre de l'ordre dans mes idées ſur la queſtion propoſée par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture, je diviſerai cet eſſai en deux parties.

La première traitera, de la manière d'établir les Prés artificiels & naturels.

La ſeconde, des procédés néceſſaires ou utiles pour les entretenir. Ici ce que j'aurai à dire ſur le dernier objet de cette queſtion, *les moyens de détruire les plantes, inſectes & animaux nuiſibles*, trouvera ſa place naturelle.

PREMIERE PARTIE.

De la manière d'établir les Prés artificiels & naturels.

COMME les Prés naturels ſont compoſés d'un nombre indéterminé d'eſpèces de plantes, il me paroît plus ſimple de commencer par traiter de l'établiſſement des Prés artificiels, qui ne doivent être compoſés que d'un nombre fixe & déterminé de ces mêmes eſpèces; mais par préliminaire, je donnerai ici la nomenclature & une deſcription abrégée des plantes employées dans ce but.

§. I. Nomenclature & deſcription des plantes employées pour la compoſition des Prés artificiels.

Elles ſont en petit nombre & ſe rangent ſous deux claſſes, celle des *graminées* & celle des *papillionacées*. Car juſques ici ce n'a été que dans ces deux claſſes qu'on a pris les eſpèces dont on a compoſé les Prés; parce qu'en effet, elles contiennent une quantité conſidérable de parties farineuſes, ſavoureuſes & nutritives.

Les Papillionacées portent des ſemences plus grandes, & donnent

un fourrage plus abondant à cauſe des branches latérales qu'elles pouſſent de tous côtés ; elles ſont d'ailleurs très-vivaces & compenſent largement, par leur produit annuel, les ſoins plus grands qu'il faut prendre de leur culture.

Les Graminées ont une tige ſimple ſans branches ; elles forment des touffes près de terre. De bons Agriculteurs préférent leur fourrage à celui des papillionacées, qui contiennent une trop grande quantité d'air & de parties ſavoureuſes. Elles ont de plus l'avantage de conſerver leurs feuilles en ſéchant, tandis que les papillionacées les perdent, & font un grand déchet ſur le pré, en les chariant, & dans la feniére même.

Gramens cultivés.

Voici les eſpèces cultivées qui appartiennent à la claſſe des Gramens.

I. *Pleum caule recto ſpicis longiſſimis calycibus ciliatis oblique truncatis.* Haller, *Hiſtoria Helveticarum Stirpium.* Ce gramen croît ſpontanément dans la Suiſſe & aux environs de Genève, dans les endroits humides & même marécageux ; ſa tige s'élève à la hauteur de trois pieds, & quelquefois plus haut encore ; ſes feuilles ſont fort larges : c'eſt le plus grand & le meilleur des gramens. On doit prendre garde de ne pas le confondre avec le ſuivant qui ne vaut pas la peine d'être cultivé.

II. *Pleum caule imo bulboſo declinante glumis calycinis oblique truncatis.* Haller, ibid. n°. 1530. Quoiqu'il ſoit très-petit & très-mince, quelques Agriculteurs l'ont pris pour le premier.

III. *Lolium radice perenni Locuſtis contiguis octifloris.* Haller, ibid. n°. 1416. Les variétés de ce gramen pourroient être cultivées, & l'ont même été, ſoit en Angleterre, ſoit en Suiſſe, où il croît ſpontanément ; mais comme il n'a guère qu'un pied de hauteur, il n'en vaut pas la peine.

IV. L'un des meilleurs gramens, *le Fromental* des François, *avena diantha floſculis baſi villoſis majori ariſtâ geniculatâ.* Haller, ibid. n°. 1492, eſt très-commun en Suiſſe, ſa tige eſt haute de trois à quatre pieds ; ſes feuilles ſont rudes au toucher, & larges d'environ trois lignes. Cette plante dure de quatre à dix ans, & peut être fauchée

juſques à trois fois dans les bonnes années ; cependant on ne la cultive guère en Suiſſe. (*a*)

Je ne crois pas que, dans ce pays, on ait eſſayé d'autres gramens que ceux-là, avec quelqu'eſpèce de ſuccès, ſi ce n'eſt peut-être une plante venue d'Amérique, connue ſous le nom de *Bird-graſs*, à laquelle il paroît qu'on renonce auſſi, pour cultiver les ſuivantes, qui ſont d'un bien plus grand rapport.

Plantes papillionacées.

I. *La Luzerne. Medica caule erecto foliis oblonguis ſerratis racemis erectis ſiliquis planis iterato contortis.* Haller, ibid. 382. Cette plante, qui nous eſt venue des pays chauds, eſt univerſellement cultivée, & depuis très-long-tems en Europe. Sa tige eſt haute de deux à trois pieds, ferme, droite & rameuſe. Elle ſe diſtinguera facilement des autres plantes de la même claſſe, par ſa ſilique liſſe, applatie, contournée deux ou trois fois à courbures peu diſtantes. (1) (*b*)

II. *Le Trefle. Trifolium caule obliquo foliis ovatis, hirſutis, ſupremis, conjugatis, vaginis ariſtatis.* Haller, ibid. croît ſpontanément dans toute la Suiſſe, même ſur les hautes montagnes. Sa tige eſt couchée à terre, rameuſe, longue pour l'ordinaire de plus d'un pied. Ses feuilles ſont aſſiſes au nombre de trois ſur des pétioles très-courts ; ſa ſilique eſt ovale, ſa ſemence large & uniforme. Cette plante eſt aſſez connue, pour qu'une plus ample deſcription ſoit inutile.

On cultive en Angleterre *Trifolium caul. rep. ſpicis glabris calycib. ſericis ampullaſcentibus.* Haller, ibid. On dit qu'en Irlande il eſt quelquefois haut de ſept pieds. On y cultive encore *Trif. ſpicis ſtrepentibus ovatis denſiſſimis caulibus diffuſis.* Haller, ibid. Les Anglois font grand cas de cette plante, qui ne dure cependant qu'une année.

(*a*) Son fourrage eſt trop dur, & le bled réuſſit difficilement après cette plante.

(1) *Medica caule diffuſo capitulis hæmiſphæricis ſiliculis ramifor*, eſt une eſpèce extrêmement baſſe, très-connue en Suiſſe, ſans y être cultivée.

(*b*) *La Luzerne, Medica, &c.* eſt connue dans les environs de Genève ſous le nom de *Sainfoin*, & *l'Eſparcette*, *Onobrychis*, *&c.* ſous celui de *Pelagra* ; mais ce dernier nom eſt inconnu en France, où la première de ces plantes n'eſt connue que ſous ſon nom de *Luzerne* ; & la ſeconde porte communément celui de *Sainfoin*.

On cultive auſſi, dans les Pyrenées, un autre Trefle, connu depuis peu ſous le nom de *faronche*.

III. *L'ESPARCETTE* ou le *SAINFOIN*, (2) *Onobrychis caule erecto ramoſo floribus ſpicatis.* Haller, ibid. Sa racine eſt longue & vivace; ſes tiges droites, rameuſes, hautes de plus d'un pied. On la diſtingue principalement par ſes feuilles aîlées de huit à dix paires à nervures obliques, tronquées par le haut, le nerf ſe terminant en pointe; les ſtipules lancéolées finiſſant en fil; & par le fruit qui eſt comprimé, ovale, & couvert d'une écorce épineuſe.

Outre les plantes des trois genres dont nous venons de parler, on pourroit encore cultiver avec ſuccès quelques plantes du genre des *hedyſarum* & des *coronilla*.

On cultive en Flandres *Alſine foliis linearibus verticillatis ſeminibus rotundis.* Haller, ibid. Son nom uſité eſt *Eſpargoute*.

Récemment on a cultivé en Angleterre *la grande pimprenelle. Pimpinella tetraſtemon ſpicâ brevi.* Haller, ibid. (3) Cette plante eſt connue en Suiſſe, & y reſte verte pendant l'hiver.

Les plantes, dont le fourrage eſt le plus exquis & qu'eſtiment le plus les habitans du *Simmenthal* & de l'*Emmenthal*, ſont une eſpèce de *plantain*, & la *mentrine*.

La première, *Plantago foliis linearibus ſpicâ oblongâ.* (Haller, ibid.) La ſeconde eſt la *Biſtorta major*.

Ces plantes compoſent les meilleurs pâturages qu'il y ait peut-être au monde, mais elles ne peuvent pas réuſſir dans les baſſes vallées; car, comme l'a obſervé *Linnæus*, les plantes qui croiſſent ſur les hautes montagnes, peuvent proſpérer dans les vallées, mais elles n'y produiſent pas de la graine, & meurent ſans ſe perpétuer.

On

(2) Le premier de ces noms vaut mieux, parce que c'eſt ſous le nom de *Sainfoin* que cette plante a été ſi ſouvent confondue avec la *Luzerne*.

(3) M. Baker en a ſemé des Prés qui lui ont très-bien réuſſi. (Voyez les Mém. de la Société Economique de Berne.)

On fait encore grand cas en Italie d'une eſpèce de ſainfoin, nommé dans le pays *Sulla.* (*c*)

Enfin j'ai lu, dans un Journal, qu'un Agriculteur propoſe la culture des *orties à fleurs blanches*, comme donnant le fourrage le plus abondant & de la plus excellente qualité, moyennant qu'on le recueille avec certains ſoins. Le ſeul inconvénient eſt qu'il faut planter les orties, ſans quoi elles ne rendent paſſablement que la troiſième ou quatrième année.

Il eſt encore quelques plantes, comme *le Melilot*, *les Poiſettes de Vienne*, *l'Orobe*, *les Poiſettes ſauvages*, *le Bled ſaraſin*, *les Raves*, *Carottes*, &c. qui pourroient tenir lieu de fourrage; mais elles ont deux grands inconvéniens, celui de ſécher mal, & celui d'avoir beſoin, comme plantes annuelles, d'être ſemées chaque année.

Il n'entre pas dans mon plan de parler de ces dernières eſpèces; & quoique je ſache que l'on a été très-content, dans divers endroits, de quelques-unes des graminées dont j'ai donné la déſignation, je n'en parlerai non plus que par occaſion; car le but de la Société paroît être principalement, que l'on traite des plantes cultivées aux environs de Genève & dans les pays qui l'avoiſinent. Une autre raiſon de mon ſilence eſt que ces plantes, ne donnant guère qu'une bonne coupe par an, ne m'ont pas paru d'un rapport aſſez avantageux pour mériter une culture particulière.

Je me bornerai donc à celles qu'on emploie le plus volontiers dans l'établiſſement des Prés artificiels & naturels, parce qu'elles donnent des récoltes plus fréquentes.

§. II. De la manière d'établir des Prés avec les plantes que nous avons décrites.

Lorſqu'il s'agit d'établir un Pré artificiel, ſoit que ce ſoit ſur un ſol déja occupé par un Pré, ou ſur une terre en friche, tous les bons Agriculteurs veulent qu'on les mette quelque tems en champ; d'abord, afin que la terre s'ameubliſſe par les différens labours; enſuite, pour

(*c*) *La Sulla* eſt encore peu connue dans notre pays, dont on nous annonce qu'elle ne peut ſupporter les hivers rigoureux. Les Agriculteurs des environs de Genève qui feront des expériences ſur cette plante obligeront le Comité d'Agriculture, s'ils veulent bien les lui communiquer.

avoir deux ou trois bonnes récoltes en bled ; & enfin, pour faire périr les racines des plantes, qui occupoient précédemment cette superficie ; car un pré, remis en pré sans intervalle, sera toujours composé en grande partie des anciennes plantes qui le couvroient.

Du tems où l'on doit semer les graines de prairies artificielles.

Quant au tems & à la manière d'établir & d'ensemencer les prairies artificielles, les Agriculteurs sont fort partagés. Les uns veulent qu'on sème en automne, les autres que ce soit au printems ; les uns qu'on mêle le trèfle, la luzerne, l'esparcette, avec de l'avoine, du bled, &c. Les autres qu'on sème ces premières graines seules.

La règle pour laquelle je me déciderois, seroit celle-ci : *toutes les plantes des prairies artificielles, la luzerne exceptée, doivent être semées en automne, & encore sans mélange d'autres graines, comme bled, avoine, &c. excepté, pour ce dernier cas, le trèfle seul.*

Je vais tâcher de justifier mon sentiment : D'abord, quant à la première partie de la règle que j'établis, qui est *de semer en automne*, plutôt qu'au printems, ma grande raison est que l'on gagne presqu'une année de récolte.

Les plantes semées au mois de Septembre ont le tems de prendre un certain accroissement avant l'hiver, & durant cette saison rigoureuse, tandis qu'elles paroissent ne faire aucun progrès au-dehors ; elles jettent des racines dans les couches inférieures & tempérées de la terre, ce qui les met, au printems, en état de faire des jets considérables, & de donner, dans cette première année, une assez bonne récolte, qui auroit été presque perdue, si ces plantes avoient été semées au printems. Mais pour que la règle soit exactement vérifiée & éprouvée bonne, il faut que l'on sème au commencement de Septembre, afin que les jeunes plantes aient le tems de se fortifier avant l'hiver, & puissent résister aux gelées ; car la grande objection de ceux qui veulent qu'on sème au printems, est que les froids rigoureux font périr les jeunes plantes ; ce qui arrivera très-rarement, si elles ont acquis une certaine force avant l'hiver.

J'ai *excepté la luzerne* de ma règle générale, parce qu'originaire de la Médie, elle craint davantage les frimats ; cependant je croirois en-

core la règle de ſemer en automne bonne pour cette plante ; car les gelées tardives des mois d'Avril & de Mai, ſi l'on sème de bonne heure au printems, & les chaleurs de Juin & de Juillet ſi l'on a ſemé tard, doivent lui faire pour le moins autant de mal ſortant de ſa graine, que les froids de l'hiver, qui, ſi l'on ſuit la règle que j'ai preſcrite, ne l'attaquent que lorſqu'elle a déja pris une certaine vigueur.

Dans le cas où l'on sème au printems, ſi les gelées détruiſent la ſemaille, toute récolte eſt perdue pour l'année ; au lieu que ſi les froids de l'hiver ont produit le même effet ſur les ſemailles faites en automne, on peut ſemer de nouveau au printems le même terrein, ſans aucuns frais de labour, & en recouvrant ſeulement les ſemailles avec la herſe ; tant la terre eſt alors ameublie & ſouverainement diſpoſée à la végétation par le gel, qui a dilaté l'eau qu'elle contenoit, & diviſé ſes diverſes parcelles, mieux que le plus excellent labour n'auroit pu le faire. Pour cet effet, il faut profiter du premier beau jour après la fonte des dernières neiges ; la terre ouvre alors ſes entrailles & ſes pores à toutes les ramifications des racines des plantes.

J'ai dit, en ſecond lieu, *que les plantes dont il eſt queſtion doivent être ſemées ſeules.* La raiſon en eſt, que celles qu'on mêle nuiſent toujours plus ou moins aux plantes principales ; & que quand il eſt queſtion d'un pré, qui doit durer quinze à vingt ans, comme ceux qu'on enſemence de luzerne ; ou ſept ou huit ans, comme ceux qu'on établit en eſparcette ; il ne faut pas ſonger à un petit lucre comme celui d'une chétive récolte en bled ou en avoine ; je dis *chétive*, car je défie qu'elle ſoit bonne ſi les plantes de luzerne ou d'eſparcette ſont vigoureuſes ; & dans la ſuppoſition contraire, on ne devroit pas regarder cette récolte de bled ou d'avoine comme un pur gain, puiſqu'il eſt certain qu'une luzerne ou une eſparcette mêlée de ces graines donnera une bonne coupe de moins cette première année. (*d*)

(*d*) Contre l'idée de l'Auteur, pluſieurs Agriculteurs expérimentés aſſurent que la Luzerne & l'Eſparcette réuſſiſſent mieux mêlées d'un peu d'Avoine, pourvu qu'on ait ſoin de la couper en verd, que lorſqu'on les sème ſans aucun mêlange.

J'ai excepté le trèfle de cette ſeconde partie de la règle générale ; parce que cette plante, ne ſubſiſtant guère que trois ans, ne paroît pas mériter les fraix d'une culture ſéparée ; & que d'ailleurs elle réuſſit très-ſouvent malgré le mêlange. (4)

De la culture des terres qu'on convertit en prairies artificielles.

Etant une fois établi, qu'on doit ſemer au commencement de Septembre les graines des prairies artificielles & les ſemer ſeules, voyons quels procédés ſont les plus propres à en aſſurer la réuſſite. (5)

Je ſuppoſe, comme c'eſt le cas le plus ordinaire, que c'eſt un champ qu'on ſe propoſe de convertir en prairie artificielle ; on commencera par le labourer immédiatement après la moiſſon ; à un mois de-là, c'eſt-à-dire vers la fin d'Août, on lui donnera un ſecond labour en travers du premier, & plus profond encore s'il eſt poſſible ; enſuite, profitant de la première pluie pour ſemer, on aura ſoin de recouvrir les ſemences avec la herſe, ſans ôter trop minutieuſement les touffes des racines du bled ; il en doit reſter peu ſi le mois d'Août a été pluvieux, & celles que la herſe n'enlève pas, pourriſſant bien-tôt en terre, font d'ailleurs une eſpèce d'engrais.

Si j'emploie une terre épuiſée par une récolte auſſi hâtive que celle du bled, & qui ne paroît pas convenir à des plantes, qui exigent un

(4) L'argument de ceux qui veulent que l'on ſeme les graines d'Eſparcette & de Luzerne en les mêlangeant, eſt que les plantes de bled & d'avoine mettent les jeunes pouſſes à l'abri des trop grandes chaleurs ; mais ſouvent ces mêmes plantes étouffent celles qu'elles ne devoient que conſerver ; & d'ailleurs ſi, ſelon ma méthode, on ſême de bonne heure en Automne, les jeunes plantes auront acquis, avant les chaleurs, des racines aſſez profondes pour n'en pas redouter l'effet. J'ai arraché, au mois de Juin, des plantes de Luzerne ſemées en Septembre précédent ; preſque toutes leurs racines avoient déja ſix à huit pouces de longueur.

(5) Dans le paſſage ſuivant, je ne parle d'aucune eſpèce d'amendement, ni de laiſſer repoſer la terre une année avant de la ſemer. Le premier article s'entend ſans qu'il ſoit beſoin d'en parler, vu que je ne m'attache ici qu'à décrire la méthode d'établir un Pré la plus ſimple & la moins diſpendieuſe ; & quand au ſecond, il me paroît que, dans un pays où les denrées ſont à un prix auſſi haut que dans le pays de Vaud & les environs de Genève, un Cultivateur intelligent, & dont les terres ſont aſſez bonnes, doit toujours préférer de les fumer & les cultiver ſans ceſſe, à les laiſſer repoſer.

bon terrein, comme celles dont il eſt ici queſtion, c'eſt que ces jeunes plantes, pendant les premiers mois, ne demandent pas une grande quantité de ſucs nourriciers; il ne leur faut que de l'eau. J'ai fréquemment obſervé que, dans ces premiers tems, il n'y a pas de différence ſenſible entre des ſemences jettées ſur un terrein bien fumé, & celles qui le ſont ſur un terrein qui ne l'eſt pas; & même un Agriculteur a cru remarquer que les froids faiſoient plus de mal aux jeunes plantes de luzernes fumées, qu'à celles qui ne l'avoient pas été; ſoit que le fumier leur procure une ſurabondance de ſucs qui les rend plus délicates & plus ſenſibles; ſoit que les vapeurs, qui s'élèvent en plus grande quantité d'un terrein fumé, leur ſoient nuiſibles dans ce tems-là.

Le fumier eſt abſolument néceſſaire au printems, à moins que le terrein ne ſoit excellent par lui-même, ou qu'il n'ait été labouré profondément à la pêle, ou même défoncé à la profondeur de deux pieds; dans ces cas, on pourra attendre à l'année ſuivante pour en faire uſage. Le bon tems pour le charrier eſt celui d'un fort gel, qui empêche que les pieds des chevaux & les roues des tomberaux n'endommagent les plantes, & ne crêvent la ſuperficie; & le meilleur tems pour l'étendre eſt, ſelon moi, les premiers beaux jours du mois de Mars; il fait alors merveille ſur ces jeunes plantes, dont les racines ſe ſont fortifiées pendant l'hiver, & qui ſont accoutumées à une terre peu ſucculente.

Pour ſemer en automne, il faut qu'un Agriculteur ſoit doué d'un certain tact, qui lui faſſe ſaiſir le tems favorable: la réuſſite dépend de-là. Semez huit jours plutôt, ſemez huit jours plus tard, vous aurez de grandes différences. En général, il faut ſe garder de le faire, ſi le terrein n'eſt pas humecté profondément; & ſi le mois de Septembre s'écoule, ſans qu'il y ait une pluie abondante, il faut renvoyer juſques au printems. Si les graines tombent ſur une terre sèche ou légérement humectée, ou (ce qui eſt pis encore), qui sèche lorſqu'une fois les germes ſe ſont développés; le ſoleil, qui eſt encore fort chaud au mois de Septembre, brûle & deſsèche ces jeunes plantes, de façon qu'il n'en reſte preſque rien.

Mais après des pluies considérables, vous pourriez semer même en Août ; bien sûr alors que, soit l'humidité qui environne vos graines, soit les rosées (6), très-abondantes dans ce mois, soutiendront & feront prospérer vos jeunes plantes, jusqu'à ce que les chaleurs soient diminuées. Si l'on n'a semé à la fin d'Août qu'après des pluies peu abondantes, la réussite est fort casuelle ; elle dépendra d'une autre pluie assez forte dans le mois de Septembre.

On a beaucoup parlé, il y a quelques années, d'une nouvelle méthode, donnée par M. Thull, pour semer les plantes dont nous parlons. Elle a eu un grand succès dans plusieurs provinces de France.

L'Auteur fonde sa méthode sur ce principe, que la terre pour être fertile, a besoin de fréquens labours, soit pour faciliter l'introduction & la formation des différens sels végétatifs, soit pour extirper les plantes étrangères à celle qu'on cultive ; & sa théorie est justifiée par l'expérience, qui nous fait voir, que les prés de luzerne, par exemple, commencent à se dégrader dès la cinquième ou sixième année, quoique la plante qui les compose puisse durer plus de vingt ans bien cultivée.

M. Thull veut, en conséquence de ce principe, qu'on sème ces plantes par sillons distans d'un pied, ce qui donnera la facilité de sarcler la terre entre ces sillons, & d'arracher les plantes étrangères. Il prétend qu'un pré établi de cette manière rapportera plus, qu'il faudra la moitié moins de graine pour le semer, & que la luzerne, le trèfle, &c. dureront presque le double.

Je n'ai pu essayer encore cette méthode ; mais je me propose de le faire, & je ne doute pas de sa parfaite réussite. Quoiqu'elle fasse plus

(6) La rosée est produite par les vapeurs que la chaleur fait élever d'une terre humide. Pendant le jour elles ne peuvent s'attacher à la superficie de la terre, plus chaude alors que les couches inférieures de l'air qui l'environnent ; elles s'élèvent & se dissolvent facilement dans cet air échauffé des rayons du soleil. La nuit ces mêmes vapeurs continuent à s'élever de la terre, qui a conservé une partie de sa chaleur ; mais, ne trouvant plus qu'un air froid qui dépose lui-même une partie de l'eau qu'il contenoit, elles s'attachent à la superficie, & sur-tout aux plantes rafraîchies par le froid de la nuit, & s'y condensent comme au chapiteau d'un alembic.

de fraix que les procédés ordinaires ; je ne crois pas qu'on y doive regarder, dans un pays où les fourrages ſont à un prix très-haut, ſi d'ailleurs la récolte eſt plus abondante. (7)

Juſques ici j'ai traité en général de la culture des trois plantes dont on compoſe les prés artificiels ; je vais ajouter quelques détails ſur chacune d'elles priſes ſéparément.

De la Luzerne

Tournefort dit que la luzerne eſt rafraîchiſſante, propre à calmer les ardeurs du ſang, excellente pour refaire les beſtiaux qui ſont tombés dans une grande maigreur. Cette plante épuiſe moins que les deux autres la ſuperficie du terrein : ſa racine pivotante & profonde va chercher ſa nourriture dans les couches inférieures, ce qui fait que le bled vient à merveille après elle. C'eſt, je crois, de toutes les plantes des prés celles qui donne la plus abondante récolte ; il n'eſt pas rare qu'elle rende ſoixante-dix à quatre-vingts quintaux par poſe de quatre cents toiſes (e) chaque année. Elle ne réuſſit point dans les terres fortes, ni dans celles qui ſont trop légères. Elle s'accommode cependant d'une terre ſablonneuſe ; mais il lui faut ſur-tout une couche profonde de terre végétative, à cauſe de la profondeur de ſes racines. L'on doit ſemer de 15 à 18 livres * de graine par poſe. Cette graine doit être choiſie colorée, liſſe & bien nourrie. Souvent les Payſans qui la recueillent, pour gagner davantage, font ſécher au ſoleil les tiges qui la portent, afin que les graines encore vertes, ſéchant d'une manière forcée, puiſſent ſe ſéparer de la plante, & augmenter la quantité de la récolte ; mais ces mauvaiſes graines ſe diſtinguent facilement par leur blancheur jaunâtre & par les rides qui les couvrent.

Le bon moment pour faucher cette plante, eſt celui où les boutons à fleur commencent à prendre forme ; la tige de cette plante n'eſt pas encore durcie, & elle fait un excellent fourrage, qu'on doit cependant avoir ſoin de tenir au moins deux mois dans la fenière, avant de le donner au bétail.

(7) Ceux qui voudront apprendre les détails de cette méthode, conſulteront *le Recueil de piéces économiques*, Genève 1764.

(e) La toiſe aux environs de Genève a huit pieds de France.

* La livre dont on parle ici eſt celle de Genève.

La luzerne ſurabonde en ſucs nourriciers, & peut être dangereuſe ſeule; auſſi les Agriculteurs conſeillent-ils de la mêler avec du foin de prés naturel, ou de la paille, avant de la faire manger.

Il faut ſe garder de la donner fraîche, & ſur-tout mouillée; les beſtiaux la dévorent alors avec la plus grande avidité, & en mangeroient juſques à en crever.

Il arrive plus ſouvent à cette plante qu'au trèfle & à l'eſparcette de ſouffrir des gelées tardives du printems. Dans le cas où l'on voit l'extrêmité des tiges pendre en bas, & les feuilles jaunir, il ne faut pas héſiſter de faucher promptement; elle ne feroit que dépérir, & les nouveaux jets qui pouſſeront auront bien vîte remplacé cette premiére coupe.

Il faut faucher de même, dès qu'on s'apperçoit que l'herbe de la luzerne jaunit avant que les boutons à fleur aient paru: cette maladie eſt cauſée par des chenilles qui rongent les tiges, & que la faux ſeule peut faire diſparoître. (*f*)

Du Trèfle. Le trèfle croît ſpontanément en Suiſſe. On le trouve par-tout dans les plaines, & j'en ai vu ſur les plus hautes montagnes; mais il eſt quelquefois ſi petit, qu'on ne le prendroit pas pour la plante que nous cultivons; alors il ne produit pas de fleurs.

Il demande un terrein bon & gras. (8) On perdroit ſon tems à le ſemer en mauvaiſe terre. Il rapporte, toutes choſes d'ailleurs égales, un

(*f*) Comme la Luzerne, le Trèfle, l'Eſparcette abondent en ſucs nourriciers, & que leur végétation eſt encore très-forte lorſqu'on les coupe, on peut avoir à craindre que leur fourrage ne fermente dans la fenière, quoiqu'il n'ait été ſerré que dans l'état de la plus parfaite ſéchereſſe apparente. Cette fermentation produit ſouvent la moiſiſſure & la putridité réelle du foin, & quelquefois elle a été aſſez forte pour cauſer des incendies.

On pare à cet inconvénient, lorſque le tems le permet, en laiſſant deux nuits de ſuite ſur le pré ce fourrage, en meulons aſſez gros, pour que la fermentation s'opère en partie, après quoi on l'étend & l'on a ſoin de ne le ſerrer que parfaitement ſec.

(8) M. Stapfer raconte que ſe trouvant en Octobre 1760 près du Birfeld, terrein fort ſtérile, il vit un trèfle fort épais, haut de plus d'un pied, qui avait déja été fauché deux fois. Il fut fort étonné d'apprendre du propriétaire qu'il n'en avoit

un quart moins que la luzerne, & demande plus de ſoins qu'elle, pour être fané eſt recueilli à propos. Il sèche plus difficilement, & la moindre pluie qui tombe quand il eſt coupé le fait noircir & lui ôte beaucoup de ſa ſaveur & de ſon prix. Il dure beaucoup moins que cette première plante; mais auſſi, pour un beau pré artificiel de celle-ci, vous en trouverez facilement deux ou trois de trèfle.

Quoiqu'il demande une terre meilleure que celle qui ſuffit à la luzerne, il eſt cependant moins délicat qu'elle, & réſiſte mieux aux hivers rudes. Il donne plutôt qu'elle de belles récoltes, étant dans toute ſa force la ſeconde année, tandis qu'elle ne l'atteint qu'à la quatrième ou cinquième.

La meilleure graine de trèfle ſe tire des Pays-Bas & de la Flandre, celle des environs de Genève eſt très-bonne. En général elle eſt jaune, rouge, ou noirâtre. La première eſt la meilleure, la dernière la moins bonne.

Il faut à l'apparence que la graine ſoit luiſante, nourrie & ſans pouſſière, de peur qu'il ne s'y trouve quelque ſemence de *cuſcute*, (connue chez nous ſous le nom de *rache*). Huit ou dix livres au plus ſuffiſent pour enſemencer une poſe de terrein de la meſure déterminée ci-deſſus.

Le trèfle doit ſe couper lorſque les boutons à fleur commencent à s'épanouir. Donné en verd à l'étable, il engraiſſe beaucoup le bétail; mais il lui cauſe des tranchées venteuſes, qui peuvent être mor-

jamais ſemé ſur cette place, mais qu'y ayant répandu du fumier & de la marne, cette plante y étoit venue en ſi grande abondance qu'elle avoit étouffé toutes les autres. M. Stapfer fut d'abord d'autant plus ſurpris de cette merveille, qu'on ne voyoit point de trèfle dans les prés voiſins; mais un examen plus attentif lui en fit appercevoir une grande quantité, de ſi petit, qu'on avoit peine à le diſtinguer, & qu'il étoit tout-à-fait couvert par les autres plantes du pré. C'étoit ces petites plantes de trèfle que le fumier & la marne avoient ſi bien fait proſpérer ſur le terrein dont parle M. Stapfer; ce qui me fait croire que les variétés qu'on apperçoit dans le trèfle, par rapport à ſa hauteur, ne viennent que de la qualité du terrein ſur lequel il a cru. J'ai ſemé moi-même ſur de la bonne terre de jardin de la graine de ces petites plantes de trèfle qui croiſſent ſpontanément dans ce pays, & leur produit égaloit en beauté le plus beau trèfle d'Eſpagne.

telles, s'il eſt mouillé & ſur-tout par la roſée ; auſſi les Bergers intelligens ont-ils grand ſoin de le mêler d'abord avec d'autre foin pour accoutumer peu-à-peu les beſtiaux à en faire leur unique nourriture ; & de ne jamais leur laiſſer brouter à la roſée, ni même après la pluie.

De l'Eſparcette ou Sainfoin.

L'eſparcette réuſſit dans toutes ſortes de terreins, même dans les plus mauvais, comme les crayonneux & graveleux, pourvu que le labour en ſoit profond. Elle croît dans les fentes des rochers, & dans les endroits les plus arides.

Il faut la ſemer un peu dru, l'herbe en ſera plus délicate. Elle donne deux coupes par an, ſi l'on ne la fauche que lorſque les boutons à fleur s'épanouiſſent ; & trois, ſi l'on n'attend pas la formation des fleurs. Mais le premier parti eſt préférable à celui-ci ; & dans ce cas, on laiſſera conſommer ſur pied, par le gros bétail, la troiſième pouſſe qu'on ne pourroit pas faire ſécher aſſez bien pour pouvoir la ſerrer dans la fenière. Mais comme les pieds du bétail font du mal aux prés artificiels, pour peu que la terre ſoit humide & les plantes délicates ; on ne doit le conduire ſur les prés qu'après la troiſième année, & par le ſec ; & juſques alors faucher cette troiſième pouſſe, pour la donner en verd à l'étable, ou la laiſſer pourrir ſur place.

Les feuilles & les fleurs de l'eſparcette en ſont les parties les plus appétiſſantes, & cependant elles ſe détachent bien vîte de la tige, ſi l'on n'uſe de grandes précautions en fenant. Pour mieux les conſerver, je voudrois qu'on ne tournât & retournât pas ſouvent cette plante une fois fauchée ; mais qu'on la laiſſât un jour entier expoſée au ſoleil, & que lorſque la roſée a attendri les nervures des feuilles, on la tournât ſans la ſecouer. Les mêmes attentions ſeront utiles pour le trèfle & la luzerne, toutes les fois qu'elles ſeront poſſibles.

L'on doit juger la graine *d'eſparcette* bonne, ſi la fève eſt d'un roux tirant ſur le jaune. Si elle eſt noirâtre, elle eſt échauffée. Celle qui eſt blanchâtre & ridée, n'étoit pas mûre quand on l'a recueillie, & n'a été détachée de la plante, que par une fraude ſemblable à celle dont nous avons parlé à l'article de la luzerne.

L'eſparcette ne dure que ſix ou ſept ans, & rend moins par an que la luzerne & le trèfle; mais auſſi indépendamment de ce qu'elle réuſſit dans de plus mauvais terreins, ſon fourrage paſſe pour être plus ſalutaire aux beſtiaux, & ſur-tout aux chevaux, à qui l'on doit donner cette plante en verd, préférablement à toute autre.

§. III. De l'établiſſement des Prés naturels.

Juſques ici je n'ai parlé que des prés artificiels; mais la méthode que j'ai preſcrite eſt de tous points la même pour l'établiſſement des prés naturels. Car quoiqu'il paroiſſe y avoir une eſpèce de contradiction dans ces termes de la queſtion propoſée, *établir un pré naturel*, puiſque, ſuivant notre définition, ces prés ſont compoſés de plantes que l'homme n'a point ſemé; cependant il eſt très-poſſible de ſemer un pré dans l'intention qu'il devienne une fois une prairie naturelle: en y répandant de la pouſſière de foin de corde, on en fera un pré artificiel pendant les deux ou trois premières années, & naturel pendant tout le reſte du tems qu'il durera, puiſque les plantes qu'on y aura ſemé étant toutes annuelles ou bis-annuelles, ſeront entiérement renouvellées par la nature au bout de ce terme. Je renvoie pour le tems & la manière de ſemer cette pouſſière de foin, à ce que j'ai dit page 58 de ce Mémoire.

SECONDE PARTIE.

De la manière d'entretenir les Prés naturels & artificiels.

La ſcience de l'entretien des prés conſiſte à diſtinguer les mauvaiſes plantes d'avec les bonnes & à les extirper, à détruire les inſectes & autres animaux nuiſibles, à arroſer, fumer, récolter à propos & renouveller les prés quand il en eſt beſoin.

§. I. Plantes bonnes & mauvaiſes, & manière de détruire ces dernières.

On trouve dans les prés naturels toutes ſortes de plantes, mais on n'y doit laiſſer que celles qui ſont propres à la nourriture des beſtiaux; pour cet effet, il faut connoître celles qui ne peuvent remplir ce but.

Les bonnes plantes des prés, ſitués ſur le territoire de la République de Genève ou dans ſon voiſinage, ſont, outre les graminées & papillionacées, dont nous avons donné la deſcription, le *piſſenlit*, les

lychnis, le *melilot*, la *barbe de bouc*, les *veſces*, le *lotus*, le *cumin*, le *caille-lait*. (9)

Il en eſt quelques autres moins bonnes à cauſe de la dureté qu'elles acquièrent en ſéchant, que les chevaux & le bétail mangent en verd avec plaiſir. Telles ſont, *la grande marguerite*, une eſpèce de *genet*, la *carotte ſauvage*, la *ſcabieuſe*, la *ſauge*, le *chardon*, le *grateron*, la *centaurée*, & le *ſainfoin épineux* ou *arrête-bœuf*.

De ces dernières plantes, je ne vois que le *chardon*, le *grateron* (10) & le *ſainfoin épineux*, qui doivent être extirpés. Les chevaux ne les mangent point lorſqu'elles ſont sèches, elles peuvent d'ailleurs leur faire du mal en les piquant au palais.

Il faudra donc arracher en automne les *chardons* & *l'arrête-bœuf*; mais cette dernière plante a des racines profondes, qu'il faut tirer toutes entières, ou ne pas s'en mêler.

Quelques plantes paſſent pour nuiſibles aux chevaux, quand elles ſe trouvent en certaine quantité dans leur fourrage. Telles ſont la *cigue* & la *renoncule*.

La première n'eſt pas auſſi commune dans les prés voiſins de Genève que dans certains cantons de la Suiſſe; elle croît d'ordinaire dans des endroits gras & humides. On prétend que les chevaux qui en ont mangé en trop grande quantité chancèlent, & ont des tournoiemens de tête juſques à frapper le mur & à tomber. (11) Il faut donc arracher cette plante lorſqu'elle ſe trouve en trop grande quantité; car

(9) J'ai offert moi-même aux chevaux, aux bœufs & aux vaches toutes les plantes dont je parlerai, vertes & ſeches. J'ai remarqué ſoigneuſement celles qui excitoient le plus leur appétit ou leur dégoût; ainſi l'on peut m'en croire ſur ce qui regarde le goût de ces animaux.

(10) Quelques chevaux mangent le Grateron, même celui de la groſſe eſpèce & ſéché. Mais il en eſt d'autres plus délicats que les ſemences de cette plante, toujours couvertes de poils rudes & épineux, tourmentent beaucoup, & forcent à rejetter tout ce qu'ils ont dans la bouche, pour ſe débarraſſer des capſules de cette ſemence, qui ſe ſont attachées à leur palais. Cette plante eſt rare dans les prés.

(11) J'ai cependant donné l'été paſſé cinq ou ſix livres de cigue verte à un cheval ſans qu'il en ait paru incommodé. Il eſt vrai que ce n'étoit pas l'eſpèce de cigue la plus vénéneuſe, qui eſt celle de marais.

elle eſt d'autant plus dangereuſe, que les beſtiaux la dévorent avec grand appétit.

La renoncule eſt ſi commune dans *le pays de Vaud* & *les environs de Genève*, qu'on y voit des prés entiérement jaunis par la fleur de cette plante, dont on prétend que le ſel âcre & corroſif plonge les chevaux dans une langueur très-dangereuſe, s'ils la mangent en certaine quantité & ſans mêlange. (12) Je ne crois pas que cette plante ſoit dangereuſe mêlée avec d'autre foin; mais, comme il eſt preſqu'impoſſible de la détruire dans les prés qui en ſont infectés, je conſeillerois ſeulement d'en réſerver le fourrage pour les bœufs, ſi elle y dominoit trop.

Il eſt encore des plantes qu'il importe de détruire, parce qu'étant paraſites, elles dévorent la ſubſtance des autres. Telles ſont la *cuſcute* ſoit la *rache*, & le *petit thym* ou le *ſerpolet*.

Cette dernière s'étend inſenſiblement ſur la ſurface des terres légères, conſume les ſucs néceſſaires à la végétation des autres plantes, & les force petit à petit à lui céder la place. La meilleure manière de la détruire eſt de répandre du fumier tout autour, l'expérience eſt ſûre quoique la raiſon n'en ſoit pas facile à découvrir. Je ſerois porté à croire, que le bon effet du fumier conſiſte à faire croître avec vigueur les plantes voiſines du petit tym, ſans faire aucun bien à ce dernier, qui, ayant ſur-tout beſoin du ſoleil, périt bien vîte lorſque les touffes vigoureuſes des plantes qui l'entourent le lui interceptent.

Quant à la cuſcute ou la rache, elle fait bien plus de mal que le petit thym, mais elle ne s'attache guère qu'aux trèfles; le dégât qu'elle cauſe eſt quelquefois prodigieux. Pour s'en préſerver, il faut d'abord tâcher de ſe procurer de la graine exempte de cuſcute, ce qui eſt très-facile à ceux qui la récoltent pour leur propre uſage. Enſuite, pour peu qu'on ſoupçonne qu'elle n'eſt pas pure, il faut avoir grand ſoin de la nétoyer avant de la ſemer; car deux ou trois

(12) Il m'a ſemblé effectivement qu'un cheval à qui j'en avois donné huit ou dix livres par jour en verd, avoit perdu en grande partie l'appétit les jours ſuivans, & étoit devenu un peu mol.

ſemences de cette plante ſuffiroient pour endommager pluſieurs arpens. Quand on en apperçoit quelque trace dans une prairie artificielle, on doit ſur le champ faire faucher toute la place qui en eſt attaquée, & la faire labourer à la pêle (g); car il ſuffiroit d'un ſeul brin qui en reſteroit, pour la reſſuſciter au bout de quinze jours.

Enfin, il eſt des plantes que les chevaux, bœufs & autre bétail ne mangent ni vertes ni sèches, & qui font un grand tort aux prés. Ces plantes ſont dans les prés naturels *les mouſſes* & la *colchique*; & dans les prés artificiels une eſpèce de *filice*, que nos Payſans appellent *herbe à écurer*, parce qu'elle reſſemble aſſez à cette plante.

La mouſſe ou *les mouſſes* nuiſent infiniment aux prés, & y ſont ſi univerſellement répandues qu'il n'y a pas de prairie naturelle où il ne s'en trouve. Leur effet eſt d'empêcher les plantes de croître, ou du moins de retarder beaucoup leur progrès, ſoit parce que, couvrant la terre de leur duvet, elles la rendent inacceſſible aux influences de l'air, ſoit parce qu'elles conſument elles-mêmes une partie des ſucs nourriciers.

On doit avoir ſoin d'arracher la mouſſe en automne & au printems après les premières pluies chaudes de Février ou de Mars. La meilleure manière de s'y prendre, eſt de promener ſur le pré une herſe ordinaire garnie d'épines. Les pointes de fer dont elle eſt armée coupent la mouſſe par bandes, tandis que les épines, ſe prêtant aux inégalités du terrein, l'arrachent à meſure; il faut remplacer ces épines à meſure qu'elles s'uſent, & faire ſuivre la herſe de deux Ouvriers armés de rateaux de fer pour arracher celle qu'elle laiſſe.

Dans cette opération, la herſe pourra endommager pluſieurs des bonnes plantes du pré, mais il ne faut pas que cela arrête le Cultivateur; les plantes arrachées ſeront bientôt remplacées par l'accroiſſement de celles qui reſtent, ou repouſſeront de la racine que la herſe ne peut extirper. Il peut d'ailleurs s'aſſurer que les parties des plantes

(g) Ou brûler en cet endroit des ſarmens, ou faire un petit foſſé qui lui intercepte le paſſage.

qui ſont hors de terre en automne, ou au commencement du printems, ne ſont point les mêmes que celles qu'on fauche ; elles pourriſſent long-tems avant la récolte.

Un grand avantage de cette opération, eſt de gratter légérement la terre qui environne les plantes, ce qui les fait proſpérer beaucoup plus qu'on ne l'imagineroit. Toutes choſes d'ailleurs égales, les places où l'on a enlevé la mouſſe donnent une herbe plus épaiſſe, que celles où il n'y en avoit point. (13)

La colchique eſt une plante bulbeuſe qui paſſe pour un violent poiſon. (*Colchicum Autumnale*, *Linnæi.*) Elle fleurit en automne, ſes fleurs lilas blanches ou violettes s'ouvrent le matin & ſe ferment le ſoir ; l'on ne voit paroître alors aucune feuille de la plante ; mais aux premières chaleurs du printems, tandis que les autres fleurs commencent à s'épanouir, celle-ci apporte ſa graine toute formée pendant l'hiver au milieu de quatre groſſes feuilles qui pouſſent avec une vigueur étonnante, & conſument une grande partie des ſucs de la terre.

Cette plante abonde dans beaucoup de prés aux environs de Genève & en Savoie. (Je calculai qu'elle faiſoit plus de la dixième partie du fourrage d'une prairie que je vis faucher l'année paſſée.) Elle épuiſe la nourriture des bonnes plantes qui l'avoiſinent ; & comme les chevaux ne la mangent point, ils perdent & rejettent ſouvent du bon foin où elle ſe trouve mêlée, afin de s'en débarraſſer. Tout cela fait ſentir la néceſſité de la détruire, & malheureuſement la choſe n'eſt pas facile ; car l'oignon qui lui ſert de racine, a plus de demi-pied de profondeur.

J'avois cherché pendant long-tems la meilleure manière d'en venir à bout ; lorſque je lus dans un Journal, qu'un Agriculteur y avoit réuſſi, en arrachant ſoigneuſement en automne les fleurs de cette plante, à meſure qu'elles ſortoient de terre.

(13) La mouſſe, recueillie avec quelques ſoins, eſt d'un grand uſage dans les bâtimens, pour mettre entre les planchers & couvrir les aqueducs ; elle peut même ſervir à garnir des meubles & tenir lieu de crin. J'ai vu des chaiſes & fauteuils garnis depuis plus de cent ans de cette manière, qui faiſoient cependant encore des ſiéges agréables.

La Colchique étoit alors en fleurs ; je hâtai de les arracher dans un terrein de trente-ſix toiſes quarrées, pris ſur un pré de trente poſes qui en étoit tout couvert. L'expérience me réuſſit mal ; au printems je vis reparoître preſque toutes ces plantes, dont quelques-unes étoient cependant mutilées & ſans graine. Je ſoupçonnai que ce peu de ſuccès ne venoit que de ce que j'avois arraché les fleurs toutes formées & la plupart déja vieilles ; & je fis alors arracher ſoigneuſement toutes les tiges de ces plantes à meſure qu'elles ſortoient de terre. L'automne ſuivante, je vis avec plaiſir que les fleurs avoient ſenſiblement diminué ; ou plutôt que le peu qui en reſtoit, n'étoit que celles dont les tiges s'étoient rompues en les arrachant. (14)

J'ai fait tout récemment deux expériences du même genre, & j'en attends les réſultats pour être parfaitement ſûr de la bonté de la méthode (15) ; je ne doute pas cependant qu'elle ne réuſſiſſe, par-tout où l'on joindra l'extirpation des tiges à celle des fleurs ; car cette première opération que l'Agriculteur que j'ai cité ne preſcrit point, eſt certainement la plus efficace.

Je n'ai pu cependant m'aſſurer bien poſitivement que cette méthode fait périr les cayeux, je n'ai pas vu, dans ces premières années, rien qui en annonçât ; ce qui me porteroit à croire qu'ils ont été détruits avec l'oignon auquel ils appartenoient ; il ſe pourroit cependant qu'ils reparuſſent au bout de trois à quatre ans, lorſqu'ils auront acquis la groſſeur néceſſaire pour faire des jets vigoureux ; l'opération demanderoit alors d'être réitérée pendant trois ou quatre années de ſuite, pour extirper cette dangereuſe plante, de manière à ne pas craindre d'en revoir jamais ; car ſa graine eſt ſi peſante qu'il ſeroit bien difficile qu'elle y fût de nouveau apportée par les vents.

L'eſpèce de filice dont j'ai parlé, que nos Payſans appellent *herbe à écurer*,

(14) Cela n'arrivera pas ſi l'on prend, pour faire cette opération, un tems où la terre ſoit humide ; on tirera alors fort aiſément, avec la main, trois ou quatre pouces de la portion de la tige qui eſt enterrée, ce qui ſuffit bien pour faire périr l'oignon.

(15) J'aurai ſoin de communiquer les réſultats de ces expériences au Comité d'Economie & d'Agriculture.

écurer, ne croît guère que dans les prairies artificielles : mais elle eſt fort tenace & fait quelquefois bien du mal. L'unique remède que j'y connoiſſe eſt de la couper & de l'emporter ſoigneuſement avant qu'elle ait acquis ſa maturité & répandu ſes graines imperceptibles. Avec cette précaution, on la verra diſparoître bientôt, car elle ne dure que deux ans.

Outre les plantes dont j'ai parlé, il en eſt encore qui ne ſont ni bonnes ni mauvaiſes, mais qui croiſſent dans les prés artificiels, qui n'en doivent contenir que de ſemées, & y ſont par-là même de trop. Telles ſont, *le muffle de veau*, *les ſtachys*, *les liſerons*, *la menthe*. On doit les extirper pour peu qu'elles ſe multiplient.

§. II. Des Inſectes & autres animaux nuiſibles aux prés.

APRÈS avoir parlé des plantes nuiſibles aux prés, je paſſe aux animaux qui les endommagent, tels que *les Rats*, *les Mulots*, *les Taupes*, *les Hannetons*, *les Sauterelles*, *la Courtillère* ou *Taupegrillon*, & les *Chenilles*.

Je ne ſais de manière fructueuſe de les détruire, qu'autant que tous les poſſeſſeurs de fonds, d'un canton aſſez étendu, ſe réuniront tous à la mettre en uſage ; car ces animaux paſſent facilement & bien vîte du pré qui en eſt infecté à celui d'où l'on fait ſes efforts pour les détruire.

Les Rats, *Mulots & Taupes* nuiſſent moins aux prés qu'on ne le croit d'ordinaire. La terre qu'ils pouſſent au-dehors de leurs trous étendue ſur la ſuperficie qui les environne, peut compenſer en partie le dégât qu'ils cauſent. On les prend au lacet, ou l'on les aſſomme au ſoleil levant avec un fer armé de trois ou quatre pointes, dans le moment où ils remuent la terre. Le meilleur moyen de tous ſeroit le poiſon, s'il n'y avoit pas de danger pour les chiens & autres animaux domeſtiques.

Le dommage que cauſent les Hannetons eſt bien plus conſidérable. Ils ſont de tous les inſectes le plus nuiſible aux prés. Ces grandes places qu'on voit jaunir & ſe faner tout-à-coup au printems, dans les plus belles prairies, ne ſont attaquées que par eux. Arrachez quelques plantes, vous les trouverez en quantité attachés à leurs racines.

Si le dégât eſt bien étendu, il faut labourer ſur le champ la place déſolée par ces animaux, pour y ſemer quelque graine, ou pour renouveller le pré, comme je l'expliquerai plus bas; car également l'on n'y feroit aucune récolte pour cette année-là.

Quant aux Courtillières, on en détruira beaucoup ſi l'on a ſoin de remarquer dans les prés, en les fauchant, ces petites élévations couvertes d'herbe jaunie: ce ſont autant de nids de ces animaux, qu'on doit enlever avec la bêche.

Il ſeroit inutile d'entreprendre de détruire les autres petits animaux que j'ai nommé, les Sauterelles, les Chenilles, &c. ils ſont d'ailleurs les moins nuiſibles de ceux qui infectent les prés.

Il eſt encore un dégât cauſé par les animaux dont je dois parler en finiſſant cet article; c'eſt celui que fait le gros bétail conduit au pâturage par un tems humide, & ſur une prairie innondée; alors il enfonce la terre avec ſes pieds, & arrache quelquefois les jeunes plantes. On feroit mieux de ne jamais le faire paître dans les prairies artificielles; mais ſi l'on y eſt néceſſité, on ne doit pas le conduire avant la troiſième ou la quatrième année, & en tout tems avoir ſoin qu'il n'y entre pas de bêtes à laine; non qu'elles brûlent les plantes, comme quelques-uns le prétendent, mais parce qu'elles broutent & rongent ſi près de terre, qu'elles détruiſſent en partie les bourgeons qui doivent pouſſer l'année ſuivante.

§. III. Des Arroſemens.

L'ART d'arroſer les prés eſt une partie eſſentielle de leur entretien. Cet Art eſt très-étendu, requiert des connoiſſances ſur les diverſes qualités des terres, ſur le nivellement, ſur les propriétés des eaux, &c. Je renvoie ſur cet article à un Mémoire imprimé dans les recueils de la Société Economique de Berne, (en 1761) qui a expoſé tout cet Art bien mieux que je ne pourrois le faire. (15)

L'arroſement eſt le meilleur amendement pour les prés, lorſqu'on a à ſa portée des eaux d'une bonne qualité. Le grand art conſiſte à répandre l'eau par-tout également, & de manière qu'elle ne ſéjourne nulle part.

(15) Voyez auſſi un Traité de M. Bertrand, Paſteur à *Orbe*, Lyon 1764.

Le trèfle eſt la ſeule plante des prés artificiels qui puiſſe croître dans un terrein humide, & en général tout foin qui a cru dans des prés où l'eau ſéjourne eſt de mauvaiſe qualité. Les herbes les plus pleines de ſucs croiſſent comme l'a obſervé Linnæus dans les terreins les plus ſecs. La trop grande humidité cauſe la pourriture dans les plantes, en y faiſant abonder les parties acqueuſes, au lieu des ſels qui les en préſervent.

§. IV. Des Engrais.

MALGRÉ l'importance des fumiers en agriculture, tant d'Agriculteurs ignorent la bonne manière de les préparer & de les entretenir, que je crois devoir en dire un mot.

Le fumier n'eſt autre choſe qu'un compoſé de matières végétales ou animales, qui ſubiſſent ou ont ſubi la fermentation putride. L'effet de cette fermentation eſt la diſſolution de ces matières, & la ſéparation de leurs parties conſtituantes : les parties légères, comme les huiles eſſentielles, alkalis & ſels volatils s'élèvent dans l'atmoſphère, ou s'attachent à quelques corps froids, comme les vapeurs dans le chapiteau d'un alambic; après l'évaporation des principes volatils, il ne reſte que les parties terreuſes élémentaires, les ſels fixes & les huiles graſſes; & cependant comme toutes ces parties ſoit, fixes ſoit volatiles, ſont également utiles à la végétation, il faut prévenir, autant qu'il eſt poſſible, la perte des premières.

On obſervera encore que pour que la fermentation putride ait lieu, il faut le concours de l'air, de l'humidité & d'un certain degré de chaleur.

On peut juger d'après cela des fautes que font la plupart des payſans dans l'arrangement de leur fumier. On les voit fréquemment jetter leurs charges les unes à côté des autres ſur une grande ſuperficie de terrein; de façon que leur tas a rarement un pied & demi de hauteur, & quelquefois beaucoup moins encore. De cette manière il préſente à l'air une très-grande ſurface.

Par-là il eſt d'abord privé du degré d'humidité néceſſaire pour le faire pourrir : le ſoleil & les vents deſſéchant tour-à-tour ſa ſuperficie, ſa fermentation ne s'opère, & même très-foiblement, que dans les

couches inférieures ; car moins il y a de matière entaſſée, plus elle eſt lente & imparfaite ; enſuite le ſoleil & les vents diſſipent toutes les parties volatiles ; enfin s'il ſurvient des pluies abondantes, elles délavent tellement ce fumier peu élevé, qu'elles pénétrent ſans ceſſe ; qu'elles en entraînent toutes les parties ſalines & ſavoureuſes, & n'y laiſſent que ce qui eſt preſque inutile à tout amendement.

Les Payſans font encore très-peu d'attention au ſol ſur lequel ils placent leur fumier. Si par haſard il ſe trouve être ſabloneux, toute l'eau qui ſort du fumier filtre au travers, & eſt perdue pour le Cultivateur, qui doit cependant la regarder comme la partie la plus eſſentielle de l'engrais.

Pour préparer & entretenir les fumiers d'une manière qui pare à tous ces inconvéniens, il faut choiſir un eſpace de terrein d'une étendue proportionnée à la quantité de fumier qu'on ſe propoſe d'y dépoſer, en l'élevant juſqu'à la hauteur de trois à quatre pieds. On pavera cet eſpace, s'il eſt poſſible, avec de grandes pierres plates ; & on l'entourera de murs, excepté du côté du Nord qui devra être ouvert : cela fait, l'on aura ſoin d'étendre ſur toute cette place une couche d'environ huit pouces à un pied de terre sèche qui, humectée à la longue par les eaux qui pénétreront le fumier & imprégnée de ſes ſels, deviendra-elle même un excellent engrais. On dépoſera enſuite ſon fumier de façon que les murs le dépaſſent de quelques pieds ; ce qui aura le bon effet d'empêcher les vents de balayer trop ſa ſurface, & de diſſiper les parties volatiles : enfin, lorſque le tas de fumier ſera fini, il faudra avoir ſoin de le couvrir d'une couche de terre, & le laiſſer au moins un mois dans cet état. De cette manière la ſuperficie qui ne pourrit jamais, ou du moins bien difficilement, ſera amenée à la putréfaction ; les ſels volatils ſeront comme forcés de ſe concentrer, & la fermentation intérieure ſera parfaite. (16)

Une charge de ce fumier bien pourri, fera un effet plus grand & plus durable que deux de ce fumier délavé, que préparent nos Payſans.

(16) Cette méthode eſt ſimple, on pourroit cependant la ſimplifier encore, en ſupprimant les murs, & mettant le fumier dans un creux de terre graſſe.

Pour répandre à propos le fumier sur les prés, il faut choisir, dans le mois de Novembre, un tems où le terrein soit plutôt sec qu'humide. Avant l'automne on auroit à craindre, en l'étendant, que le soleil ne volatisât ses parties essentielles. Par contre en hiver la terre étant presque toujours gelée, ou pouvant geler immédiatement après que le fumier est répandu, l'engrais ne peut pénétrer les terres qu'au premier dégel, & alors la neige qui se fond, ou des pluies abondantes, détrempent les parties savoureuses, & lavant la surface de la terre plutôt qu'elles ne la pénétrent, puisqu'elle est encore gelée, entraînent avec elles dans les fossés ou dans les fonds situés plus bas, tout ce que le fumier a de plus propre à aider la végétation. C'est par cette dernière raison que la place où l'on le met ne paroît pas toujours avoir profité ; tandis qu'une autre place ou l'on n'en avoit pas répandu prospère merveilleusement.

M. Lullin De Châteauvieux conseille de sillonner les Prés avec une charrue à coutres éloignés de trois pouces, & de répandre le fumier sur ces sillons ; il a remarqué qu'ainsi il pénétroit mieux la terre ; que les plantes sembloient rajeunir, & que l'herbe a payé avec usure le surplus des fraix de culture ordinaire.

Cette remarque a beaucoup de rapport avec celle que j'ai fait sur la manière merveilleuse dont le fumier opère sur les prés, dont on a gratté la surface en enlevant la mousse ; mais cet effet n'est pas dû uniquement au fumier, ni dans le premier cas, ni dans le dernier ; le labour que M. Lullin donne avec sa Charrue à coutres y contribue pour la plus grande partie. J'aurai bientôt occasion de le démontrer.

§. V. De la manière de recueillir le foin.

En traitant des plantes des prairies artificielles, j'ai déja parlé du tems où chaque espèce doit être coupée, & des précautions à prendre en fenant. Il est plus difficile de marquer l'époque où les prés naturels doivent être fauchés ; les plantes qui les composent n'étant jamais toutes mures à la fois. Là-dessus l'expérience des bons Cultivateurs les sert mieux que toutes les règles ; en général elle leur fait attendre que le foin ait acquis une couleur rousse, qu'il commence à sècher, & que les graminées portent des graines bien formées.

Quant à la manière de ſoigner le foin, une fois recueilli, la meilleure eſt de ne pas le remuer. Il eſt peu convenable de le mettre en meules. Expoſé aux injures de l'air, il perd & en qualité & en quantité. S'il ne peut pas tout entrer dans la fenière, je préférerois de le mettre en tas de figure priſmatique à quatre faces, couvert de planches, avec quelques pierres deſſus pour les aſſujettir.

§. VI. Manière de renouveller les prés naturels.

Il y a trois ou quatre ans qu'au mois d'Avril j'apperçus une portion d'une prairie qui jauniſſoit tellement qu'elle ne promettoit aucune récolte. Je découvris bientôt que les Hannetons avoient cauſé tout ce ravage, & en conſéquence je fis labourer ſur le champ, toute la place endommagée, & j'y fis ſemer du bled Saraſin. Il vint aſſez mal, parce que les racines que les Hannetons avoient épargné repouſſoient avec vigueur, & étouffoient ſes jeunes plantes. J'y ſemai cette même année du froment, qui ne réuſſit guère mieux pour la même raiſon. Il étoit mêlé d'une grande quantité d'herbe, ce qui me fit eſpérer une abondante récolte en foin pour l'année ſuivante, en laiſſant cette portion de pré *in ſtatu quo*. Je ne fus point trompé dans mon attente : quoique le pré dont je parle n'eût jamais rendu plus de vingt quintaux par poſe, le faucheur eut toutes les peines du monde à remuer la faux dans la partie dont je parle, tant l'herbe y étoit épaiſſe; elle étoit haute d'un bon tiers de plus que celle du reſte du pré; & quoique cette place n'eût guère plus d'une poſe & demie, elle donna trois grands chariots de foins. Depuis ce tems-là j'ai fait labourer toutes les années une portion de cette même prairie toujours avec le même ſuccès.

Il eſt vrai que le produit de ces parties labourées diminue inſenſiblement chaque année, juſqu'à redevenir égal à celui de celles qui ne l'ont pas été. Ce ſeroit alors le tems de recommencer l'opération; mais je puis aſſurer que la première portion que j'ai fait renouveller ainſi, donne encore un produit plus conſidérable que celles qui ne l'ont pas été.

Comment un ſimple labour peut-il augmenter ſi prodigieuſement la force de la végétation dans les plantes?

On n'en ſera pas étonné, ſi l'on obſerve que les plantes des prés naturels ne jettent pas leurs racines à une grande profondeur, & que par conſéquent la ſuperficie du terrein eſt épuiſée, tandis que la couche inférieure ne l'eſt pas. D'ailleurs dans les vieux prés la terre eſt quelquefois ſi dure & ſi tenace que les racines ne peuvent les pénétrer; elles ont pour ainſi dire des routes frayées qu'elles ſuivent ordinairement, ce qui fait qu'une grande partie de la première couche d'un vieux prés peut être regardée comme une terre vierge & repoſée, & par-là même très-propre à la végétation, pour peu qu'on la remue.

De-là le grand bien du labour dont je parle. Il rend ces parcelles de terre vierge à la végétation, & pénétrant juſqu'à la couche inférieure qu'il ameublit, il y fraie une nouveau chemin aux racines du pré, & leur fournit par-là même des ſucs nutritifs en beaucoup plus grande abondance.

Je conſeille donc, à ceux qui ont des prés vieux & pour ainſi dire uſés, d'eſſayer ma méthode, plutôt que de les couvrir ſans ceſſe de fumier, comme on le fait ordinairement; l'amélioration produite par un labour eſt beaucoup plus conſidérable, & dure au moins le double.

Pour l'employer avec ſuccès il faut labourer en Septembre ou en Octobre, paſſer la herſe ſur le champ, & après la première bonne pluie le rouleau; opération que vous répéterés au printems après la fonte des dernières neiges. Votre terrein ſera alors bien égaliſé, & vous ferez étonné de ſon produit. Il en coûtera autant peut-être que ſi l'on couvroit la même place de fumier; mais il n'eſt pas ſi facile de s'en procurer, & ſûrement moins profitable de s'en ſervir.

L'on pourroit diviſer une prairie en dix portions, & en travailler une ainſi chaque année. Je crois qu'il ſeroit à-peu-près tems de refaire la première après avoir labouré la dixième; & ſi à cette culture on joignoit le fumier, & qu'on l'étendît vers la ſixième ou ſeptième année, depuis le labour donné; je ne doute pas qu'il ne fît merveille. (*h*)

(*h*) La prudence exige des Cultivateurs qu'ils ne faſſent cet eſſai qu'en petit.

Je ne parle point des autres amendemens, comme tranſports & mêlanges de terre, tourbe brûlée, &c. &c. parce qu'ils conviennent plutôt à une eſpèce particulière de terrein, qu'à toutes les terres en général. Ces diſtinctions m'entraîneroient trop loin & inutilement, puiſque ces divers amendemens ſont peu uſités aux environs de Genève, & dans le canton que j'habite.

CONSIDERATIONS PRATIQUES

Sur les Engrenages des roues & pignons en Horlogerie.

Par M. Louis-Baptiste PREUD'HOMME,

Horloger, Membre du Comité des Arts de la Société des Arts de Genève.

QUOIQUE tout ce qui agit par leviers puiſſe être conſidéré comme engrenage, mon deſſein n'eſt pas d'étendre ce Mémoire au-delà de ce qui en fait le titre. Je n'expoſerai donc, d'entre mes expériences, que celles qui ont eu pour objet les pignons & les roues, en faiſant obſerver combien il importe, pour l'harmonie qui doit régner dans le jeu de ces mobiles, de garder une exacte proportion dans leurs diamètres.

N'eſt-il pas étonnant, que les ouvriers, ayant lieu de s'en convaincre par la difficulté qu'ils rencontrent à fixer le vrai point d'un engrenage, ſuivent conſtamment des méthodes vagues, dans un cas où l'on ne doit conſulter que des règles fixes, fondées ſur le raiſonnement, ou déduites de l'expérience?

Cette méthode tranſmiſe de Maître en Apprentif, par laquelle le diamètre d'un pignon eſt meſuré ſur une partie des dents de la roue qui doit le conduire, manque néceſſairement de préciſion. (1) Car,

(1) La pratique ordinaire pour déterminer la groſſeur d'un pignon de ſix, conſiſte à prendre trois pointes des dents de la roue qui doit engrener avec lui. Or l'intervalle de ces trois pointes eſt la corde de l'arc qu'elles comprennent. Cet arc, dans le cas d'une roue de ſix dents, eſt de 120 degrés; & ſi je donne 6 pour valeur à ſa corde, ſoit au diamètre du pignon dont elle eſt la meſure, j'aurai 6 $\frac{21}{100}$ pour valeur du diamètre de la roue. Selon la méthode de M. Preud'homme,

outre qu'il eſt très-difficile d'éviter les écarts de l'œil par un tel moyen; comme les dentures ſont plus ou moins vuides, il en réſulte, en de certains cas, des pignons plus gros, ou plus petits; & quand même cette meſure ſeroit ſuſceptible d'exactitude, la différente étendue qu'on donne à l'arrondiſſage des pignons, pour lequel on n'a point de règle, ſuffit pour faire varier leur vrai diamètre.

De plus, l'irrégularité dans les courbes des dentures eſt une ſource d'inégalité dans l'emploi des forces & la diſtribution du mouvement; & cet effet ſera d'autant plus ſenſible, qu'il y aura diſproportion dans ſes diamètres.

De-là naiſſent indubitablement des contrariétés, qui détruiſent la

les diamètres de ces deux mobiles doivent être dans le rapport de 6 à 7. Cette méthode, dans ce cas, donne donc à la roue environ $\frac{1}{86}$ du diamètre du pignon, de plus que la pratique des trois pointes; ou bien la roue étant donnée, il en réſulte un pignon d'environ $\frac{1}{101}$ plus petit.

Si l'on ſuppoſe deux révolutions du pignon autour de la roue, la méthode des trois pointes ſe rencontre avec celle de M. Preud'homme, en donnant pour diamètre à la roue deux fois celui du pignon; car alors le diamètre du pignon devient la corde d'un arc de 60 degrés, laquelle eſt exactement la moitié du diamètre de la roue.

Dans le cas de trois révolutions, c'eſt la pratique des trois pointes qui donne le plus grand diamètre à la roue; & ſi l'on pouſſe plus loin la comparaiſon, l'on verra qu'à la douzième révolution, cette pratique augmente le diamètre de la roue d'environ $\frac{17}{35}$ du diamètre du pignon, de plus que la méthode de M. Preud'homme; & qu'elle donne, pour la même roue, un pignon plus petit de $\frac{1}{76}$ de ſon diamètre.

La meſure des trois pointes, en tant que pratique générale pour les pignons de ſix, paroît donc avoir deux vices eſſentiels: le premier, de n'être pas calculée, comme celle de M. Preud'homme, ſur le diamètre primitif du pignon; & de donner en général de trop grandes roues, ou des pignons trop petits: le ſecond, de ne pas ſuivre un rapport convenable avec la quantité plus ou moins grande de révolutions que font les pignons autour de leurs roues; & de donner, pour les nombreuſes révolutions, des pignons proportionnellement plus petits que pour les roues peu nombrées. Cette meſure eſt donc, non-ſeulement inexacte pour la plupart des cas, mais elle l'eſt inégalement ſelon le nombre des révolutions. On peut en dire autant des autres meſures priſes avec le calibre ſur les dents des roues, puiſqu'elles ſuivent toutes les rapports des cordes.

Cette Note m'a été communiquée par l'un des Membres du Comité des Arts.

liberté des mobiles, & ruinent l'accord ſi néceſſaire dans le jeu des pièces qui compoſent une machine deſtinée à meſurer le tems.

M. Berthoud a fait ſentir, dans ſon Eſſai ſur l'horlogerie, combien d'attentions ſuppoſe de la part d'un ouvrier la formation d'un bon engrenage; & après avoir rappellé, numéros 524 & ſuivans, les meſures uſitées pour déterminer la groſſeur des pignons, il montre aſſez le cas qu'on en doit faire, puiſqu'il en preſcrit la correction au moyen de l'outil aux engrenages.

Cette matière, par ſon importance, m'a paru digne de nouveaux efforts; & en recherchant les cauſes qui ont empêché juſqu'ici les ouvriers d'atteindre avec facilité à la perfection néceſſaire, j'ai cru qu'il ſeroit à propos de diſtinguer ces trois objets dans les engrenages.

La forme & la groſſeur du pignon.

La quantité dont la roue & le pignon s'engrènent.

Et enfin la menée avec uniformité.

I°. A l'égard du pignon, je ne lui trouve de forme déterminée que dans le cas où il le faudroit à rochet; mais comme on ne fait aucun uſage de ces pignons-là en horlogerie, il eſt inutile de s'y arrêter.

Celui qui fixe mon attention eſt conduit par une roue dont les dents ſont formées en courbes; & j'obſerve dans ſa forme deux eſpèces de rayons; ſavoir le *rayon total*, qui ſe termine à l'extrémité de l'aîle du pignon; & le *rayon primitif*, qui ſe termine là où l'arrondiſſage de l'aîle commence. Ce n'eſt que ſur ce dernier rayon que la roue agit depuis la ligne des centres. J'appelle *excédent* la quantité dont le *rayon total* excède le *rayon primitif*; ce qui forme la partie arrondie du pignon, ſur laquelle la roue agit avant la ligne des centres.

Le *rayon primitif* demeure invariablement fixé à une meſure déterminée, au lieu que le *rayon total* peut être plus ou moins grand, ſans nuire à l'engrenage.

Car un pignon trop gros & peu arrondi pourra ſervir, en deſcendant l'arrondiſſage juſqu'à ce que le *rayon primitif* ſoit de juſte grandeur. Si, au contraire, on diminuoit ſur le tour le diamètre de ce pignon, juſqu'à ce qu'on eût atteint le *rayon primitif*; il arriveroit

que la roue, à ſon point d'attouchement avec le pignon, porteroit ſur l'angle de ce mobile; de-là, la néceſſité indiſpenſable d'abattre ces angles. D'où l'on voit, que pour conſerver au *rayon primitif* la grandeur requiſe, il faut ménager dans le pignon un *excédent*, ſur lequel on puiſſe former l'arrondiſſage.

Donc, la quantité qui conſtitue cet *excédent* n'eſt pas exactement déterminée; puiſque deux pignons peuvent être également bien adaptés à la roue qui doit les conduire quant à leur *rayon primitif*, quoiqu'ils diffèrent par leur *rayon total.*

C'eſt-là ſans doute la cauſe de l'erreur, dans laquelle tombent ceux qui prétendent qu'il y a quelque choſe d'arbitraire dans la groſſeur des pignons. Mais nous croyons pouvoir décider que la partie qui forme *l'excédent* dans un pignon, n'ayant d'utilité que l'abattement des angles, & une courte menée avant la ligne des centres, la forme qui réduira cette partie à la plus petite quantité, en approchant le *rayon total du rayon primitif* autant qu'un bon arrondiſſage pourra le permettre, ſera inconteſtablement la meilleure; & l'on y parviendra en donnant à cet *excédent* la forme d'un demi-cylindre (2). Du reſte on efflanquera le pignon en planche, & on le dégagera à tel point qu'il y ait deux tiers de vuide, & un tiers de plein; ce qui fait pour l'épaiſſeur de l'aîle d'un pignon de 6, environ la 6e. partie de ſon diamètre: pour celle d'un pignon de 7, de 8, de 10 & de 12; la 7e. la 8e. la 10e. & la 12e. partie.

Il eſt bon d'avoir une règle fixe à cet égard; & la forme que nous

(2) Un pignon de ſix aîles & d'une ligne de groſſeur eſt, d'entre les petits pignons qui entrent dans la conſtruction d'une montre de poche, le plus gros que l'on faſſe; l'épaiſſeur de ſon aîle, qui ne doit avoir que la ſixième partie de ſon diamètre, n'aura donc qu'une ſixième de ligne; par conſéquent, cette aîle, dirigée au centre de la roue qui la fait mouvoir, ſera d'une douzième de ligne, de part & d'autre de la ligne des centres; & voilà ſur quelle étendue on veut que ſoit figurée la courbe connue en géométrie ſous le nom d'épicycloïde, afin que le pignon concourre pour ſa part à l'uniformité de la menée.

Pour obtenir cependant cette forme, autant du moins qu'il eſt poſſible d'en approcher, j'enveloppe d'un crin le manche d'une lime; & le ſortant de deſſus ce

preſcrivons nous a paru la plus agréable à l'œil, comme déliant ſuffiſamment les aîles, ſans nuire à leur ſolidité.

Le pignon étant ainſi figuré, l'on reconnoîtra aiſément qu'il n'y a rien d'arbitraire dans la grandeur de ſon rayon primitif; & que chaque aîle ne pourra fournir au juſte ſon arc de levée, ſi l'on n'obſerve la plus grande préciſion à cet égard.

Selon la quantité d'aîles dont un pignon eſt compoſé, les angles qu'elles forment ſont plus ou moins ouverts, & conſéquemment les engrenages doivent être plus ou moins profonds.

Mais il peut arriver ceci: c'eſt que les groſſeurs des pignons étant mal priſes, l'Artiſte s'imagine pouvoir y remédier, en renforçant ou en diminuant la pénétration de ſon engrenage. Par exemple, après avoir fait parcourir ſix degrés à une roue de 60 dents engrenant dans un pignon de 6 aîles, qui ſeroit trop gros de la douzième partie de ſon diamètre, l'ouvrier voyant que celui-ci n'en aura parcouru que 55, & que l'aîle qui devroit être ſur la ligne des centres n'y ſera pas encore, il augmentera la levée par une plus grande pénétration de ces deux mobiles. Mais alors, la roue parcoura $6\frac{1}{2}$ degrés pour les 60 degrés que fournira le pignon.

Le contraire arrivera avec un pignon trop petit d'une douzième partie de ſon diamètre. Car après que la roue aura parcouru 6 degrés, il y en aura 65 parcourus par le pignon; l'aîle qui doit ſe trouver en priſe aura paſſé la ligne des centres, & l'action de la roue ſur elle ne pourra commencer ſans être précédée d'une chûte. En voulant obvier

moule, je le préſente pour modèle à l'ouvrier faiſeur de mouvemens; cette figure parlant autant à ſon entendement qu'à ſes yeux, il exécute ſans peine ce qu'il a vu; il croit figurer un demi-cylindre, & à bien examiner ce qui réſulte de ſon opération, on voit qu'il a formé ſans le ſavoir l'épicycloïde, parce que le quart de cercle qu'il décrit alternativement, de gauche à droite, & de droite à gauche, & qui doit ſe terminer au ſommet de l'aîle, n'eſt jamais ſi bien ſuivi, qu'il en puiſſe réſulter un demi-cercle parfait; mais plutôt une courbe, qui ſe trouve un peu applatie à ſon origine. C'eſt, je crois, tout ce qu'on peut obtenir de mieux; ainſi, j'indique ce qui m'a réuſſi par préférence à tout autre moyen.

à ce défaut par l'affoiblissement de l'engrenage, on tombe dans un autre ; & la roue ne parcourra plus que 5 ½ degrés.

Cependant cette opération est si délicate, que quelqu'un essayant de faire un tel engrenage, trouveroit le moyen de représenter 60 degrés d'un côté pour 6 degrés de l'autre ; & pourroit par un examen superficiel s'inscrire en faux contre mon assertion.

Mais qu'il fasse attention à la marche de sa roue agissant, par exemple, sur le pignon trop petit ; il verra que celle-ci ne parcourant que 5 ½ degrés pendant son action, le ½ degré restant est parcouru pendant la chûte. Il y a donc alors inaction & perte de force. Un ½ degré sans effet de la part de la roue, ou 5 degrés de plus parcourus par le pignon, forment également un engrenage vicieux, & sont une source d'irrégularités dans la marche de ces deux mobiles.

Si vous supposez 6 degrés effectifs parcourus par une roue engrenant dans le pignon trop gros ; des 60 degrés que doit fournir le pignon, il y en aura 5 qui seront parcourus pendant l'accottement qui se fait sur l'arrondissage de l'aîle suivante ; dès-lors, il sera vrai de dire que le pignon trop gros ne fournit que 55 degrés.

Je proposerai encore un troisième moyen de procéder à l'examen de cet engrenage, qui servira à faire paroître d'une manière sûre & sans équivoque tout ce qu'il y a de plus ou de moins dans les degrés que doit parcourir la roue, quand on emploie des pignons trop gros ou trop petits.

A considérer le pignon selon la forme que nous lui donnons, l'épaisseur de son aîle étant d'une 6e. partie de son diamètre, elle occupera une place de 20 degrés, ou ce qui revient au même, une place de 10 degrés de chaque côté de la ligne des centres ; & si dans ce pignon que nous supposerons de grosseur convenable, vous faites engrener une roue de 60 dents, après avoir cassé de part & d'autre les deux dents voisines de celle que vous réserverez pour cet examen ; (car il faut cela pour voir l'action d'une seule dent, & être assuré qu'une autre n'est point intervenue dans l'opération ;) si, dis-je, vous faites engrener cette roue au point de faire parcourir 70 degrés au pignon,

en menant la roue de gauche à droite, & de droite à gauche contre l'aîle du pignon, juſqu'à ce que la dent de la roue ait échappé deçà & delà, vous aurez déterminé par cette opération le point précis de l'engrenage; en ſorte que remettant le milieu de l'aîle du pignon ſur la ligne des centres, & faiſant mouvoir de nouveau ces deux mobiles, vous obſerverez que pour 60 degrés parcourus par le pignon, il y en aura exactement ſix parcourus par la roue.

Mais qu'arrivera-t-il ſi à ce pignon vous en ſubſtituez un plus gros de la 12e. partie de ſon diamètre? C'eſt que, lorſqu'il aura parcouru 60 degrés, vous en trouverez $6\frac{1}{2}$ pour la roue; & ſi, au contraire, vous faites uſage d'un pignon trop petit auſſi de la 12e. partie de ſon diamètre, vous trouverez que $5\frac{1}{2}$ degrés, parcourus par la roue, ſuffiront pour faire parcourir au pignon les 60 degrés requis.

Donc, dans le premier cas, ſi la roue n'en parcourroit que 6, le pignon n'en fourniroit que 55; & dans le ſecond cas, cette même quantité de la part de la roue produiroit 65 degrés pour le pignon; d'où il eſt aiſé de conclure que ces degrés en plus ou en moins, parcourus par l'engrenage, dans le cas de pignons trop gros ou trop petits, troublent les oſcillations du balancier, ruinent l'iſochroniſme, détruiſent la juſteſſe des trous des pivots, & conſument à pure perte une partie de la force motrice.

Comme il n'eſt pas beſoin d'un grand écart dans la groſſeur des pignons, pour tomber dans cet inconvénient; il eſt très-difficile de l'éviter par la meſure ordinaire; car, ſans le ſecours d'un inſtrument, dont je rapporterai l'uſage en traitant de la *menée avec uniformité*, je regarde comme impoſſible de décider, à la ſeule inſpection de l'engrenage, ſi le pignon fournit bien exactement les degrés requis pour chacun de ſes angles, pendant que la roue accomplit ſon arc de menée.

Telle eſt la préciſion dont on doit uſer à cet égard, que, ſi l'on ſuppoſe une roue de 72 dents, pour une 72e d'écart en plus ou en moins dans le diamètre du pignon, il y aura une dent à ajouter ou à retrancher dans la roue.

Voyons l'effet qui doit réſulter de la néceſſité d'une dent de plus

à chacune des trois premières roues, non compriſe celle de fuſée.

En donnant les nombres de 54 à la roue du centre, & de 48 aux deux ſuivantes, la roue de rencontre devra faire 576 tours par heure; & l'augmentation d'une dent ſur ces trois mobiles en produira environ 611 $\frac{1}{2}$.

Le premier produit multiplié par l'action d'une roue de rencontre de 15 dents, c'eſt-à-dire par 30, donnera 17280 vibrations; & le ſecond produit, multiplié par le même nombre, en donnera 18335; ce qui fait dans ce dernier cas un excès de 1055 vibrations.

Si donc les pignons qui engrènent dans ces trois roues péchoient tellement par leur petiteſſe, qu'il fallût ajouter une dent à chacune de leurs roues correſpondantes pour qu'ils fuſſent de juſte groſſeur, il y auroit par ce défaut 1055 vibrations par heure qui ne pourroient s'effectuer, & dont la valeur ſe perdroit par les chûtes.

Dans le cas contraire, où les pignons ſeroient trop gros de la même quantité, cette valeur ſe perdroit par des accottemens; ce qui, pour une montre, dont le calibre ſeroit de 14 à 15 lignes de diamètre, exigeroit dans la force motrice un ſurplus d'environ une douzième partie.

Ainſi le point qui détermine dans un engrenage la groſſeur préciſe du pignon, eſt celui où les deux mobiles parcourent chacun exactement les degrés requis, ſelon le nombre d'aîles & de dents dont ils ſont pourvus.

II°. Pour ce qui regarde la quantité dont un pignon & une roue ſe pénètrent par l'engrenage; quelques horlogers prétendent que, ſuivant la forme donnée à la courbe d'une denture, la roue qui porte cette courbe engrénera plus ou moins dans le pignon qu'elle conduit, ſans qu'il en réſulte aucun changement dans la levée du pignon par l'opération de l'engrenage: c'eſt ce qui ne ſauroit avoir lieu.

Car ſi on prend deux roues de même nombre, & de même diamètre; mais que les dents de l'une ſoient formées en rochet, & celles de l'autre en courbe ordinaire; ſi on les fait engrener dans un pignon de 6; & que l'on pouſſe le degré de pénétration de l'une d'elles au point

point de faire décrire au pignon un arc de 60 degrés, on verra qu'en lui ſubſtituant l'autre roue, on ne changera rien à l'étendue de cet arc.

Donc, la dent formée en courbe n'a nul avantage ſur la dent formée en rochet, rélativement à la quantité dont le pignon & la roue s'engrènent; & la courbe n'a pour objet que la menée avec uniformité.

Ainſi, il y a dans les engrenages une quantité de pénétration, qui n'eſt point dépendante de la forme des dents, mais qui eſt indiquée par la quantité de degrés que les mobiles doivent parcourir.

L'on pourra ſe former une idée de cette quantité de pénétration, ſi l'on conſidère que le pignon eſt diviſeur du cercle, & qu'on obtiendra les degrés de levée que chacune de ſes aîles doit parcourir au moyen de l'engrenage, en diviſant les degrés du cercle par le nombre de ces aîles; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi le pignon eſt de 6, l'engrenage devra faire parcourir à chaque aîle 60 degrés; puiſque ce nombre eſt le quotient de 360 diviſé par 6.

Si l'on veut rapporter maintenant ces 60 degrés au diamètre; comme celui-ci eſt à-peu-près le tiers du cercle, & vaut par conſéquent environ 120 degrés, l'on pourra dire qu'ils en ſont les $\frac{60}{120}$.

Or j'ai reconnu par une multitude d'expériences, que les fractions établies ſur ce principe exprimoient ſuffiſamment bien, pour la pratique, les diverſes quantités d'engrenage, ſelon les divers nombres dans les pignons. Ainſi, une fraction, qui aura pour dénominateur le diamètre du pignon évalué en degrés, & pour numérateur, le nombre de degrés qui conſtituent l'arc de levée de ce pignon, pourra déſigner la quantité dont ſa roue doit le pénétrer pour former un bon engrenage (3). Le fondement de ce rapport qui ſemble accidentel, pourroit

(3) Les dents des roues ne pouvant agir que ſur le rayon des pignons, l'on s'étonnera peut-être que je faſſe mention ici de leur diamètre; mais il faut conſidérer que l'engrenage ſe fait dans les pignons à chaque bout de ces diamètres. Si l'engrenage pénétre, par exemple, à moitié rayon, il ſera vrai de dire qu'il prend la moitié du diamètre; puiſque ſi on diminuoit le pignon au point d'emporter tout ce qui eſt engrené, on réduiroit ſon diamètre à la moitié. Après cette explication, on ne ſera pas ſurpris ſi j'emploie indifféremment le terme de *diamètre* ou de *rayon*, quand il s'agira des opérations concernant les engrenages.

ſans doute être établi par le calcul. Mais il nous ſuffit ici de déduire cette règle de l'expérience, & de la fournir à la commodité des artiſtes.

En donnant à toutes ces fractions le nombre 120 pour dénominateur, nous aurons donc pour numérateur de la fraction qui exprimera l'engrenage d'un pignon . . . . . de 6 . . . 60
de 7 . . . 51 $\frac{3}{7}$
de 8 . . . 45
de 10 . . 36
de 12 . . 30

Qu'on réduiſe ces fractions, & l'on aura $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{15}$, $\frac{3}{12}$. Par où l'on voit que, quelque nombre qu'ait un pignon, ſi l'on poſe ce nombre comme dénominateur d'une fraction dont 3 ſera le numérateur, l'on aura toujours la quantité de l'engrenage.

Au reſte, il importe d'obſerver ici que les principes expoſés par rapport à cette quantité dont les mobiles ſe pénètrent, ſuppoſent des engrenages faits avec des *roues en couronne*, où toutes les dents ſont ſur le même plan, comme les roues de champ. Cette méthode a été appliquée à la diviſion de l'outil aux engrenages de M. Arlaud, qui a fait l'objet d'un Mémoire inſéré dans le cahier précédent, & dont la juſteſſe eſt reconnue des Artiſtes.

On conçoit qu'une *roue plate*, égale au diamètre d'un pignon de 6 avec lequel elle engréneroit, ne pourroit produire les degrés de levée requis, encore que l'engrenage ſeroit pouſſé auſſi près du centre qu'il ſeroit poſſible; parce que les dents de cette roue, étant ſur une courbe circulaire, ſont très-éloignées de repréſenter une ligne droite. On verra ci-après en quoi conſiſte la différence de pénétration dans l'engrenage de ces deux ſortes de roues; ſavoir, les *roues en couronne*, & les *roues plates*, ſelon la grandeur de ces dernières.

Je me ſuis convaincu par l'obſervation, 1°. qu'une roue de 6 dents, engrenant dans un pignon de pareil nombre, ne peut le mener avec une certaine uniformité, à moins que ſon diamètre ne ſoit d'une 6e. partie plus grand que celui de ce pignon; encore, l'engrenage doit-il commencer, avant que la ligne qui partage l'épaiſſeur de l'aîle ſe

trouve sur la ligne des centres. 2°. Que cette roue, pour que son pignon fournisse les degrés de levée requis, doit le pénétrer jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de l'aîle.

La différence entre une telle pénétration & celle de l'engrenage d'une roue en couronne, qui ne pénètre que jusqu'à la moitié du rayon, étant de $\frac{1}{6}$; on conçoit, en effet, que c'est de cette quantité dont le diamètre d'une roue de 6 dents, doit excèder celui du pignon qu'elle conduit.

Si nous déterminons les différentes quantités dans lesquelles le diamètre de ce pignon, supposé d'une ligne, peut être divisé; nous trouverons, 1°. pour la grosseur de son axe, prise où se termine l'engrenage d'une roue en couronne, $\frac{6}{12}$ de ligne. 2°. Pour son engrenage, $\frac{4}{12}$. 3°. Pour son excèdent, $\frac{2}{12}$. Ensemble $\frac{12}{12}$, soit une ligne.

Il est évident que, si on avoit un pignon quelconque; pour en tirer le diamètre des roues en couronne qui lui seroient destinées, il faudroit commencer par mettre en réserve la quantité d'engrenage, telle que l'exige son arc de levée; parce que cette quantité n'augmente ni ne diminue, soit que le pignon fasse une ou plusieurs révolutions.

De sorte que cette quantité doit être considérée comme constituant les leviers, sur lesquels la force motrice agit pour mettre le pignon en mouvement, & qui sont, pour ainsi dire, des additions, dont on revêt le diamètre primitif des roues.

On observera seulement, que dans la quantité indiquée pour l'engrenage par l'arc de levée du pignon, est comprise la partie arrondie de ce pignon, soit *l'excédent*, qu'il faut toujours retrancher, comme cela est démontré dans la table ci-après. Je l'ai adaptée aux différens pignons d'usage en horlogerie; en y joignant la manière de s'y prendre pour établir le diamètre de leurs roues.

TABLE

Des différents nombres & groſſeurs de Pignons, pour en tirer le diamètre des roues.

Nombres des ailes des pignons.	*Diamètre total.*	*Diamètre primitif.*	*Quantité d'engrenage.*	*Groſſeur des axes.*
6	6 douz. de lig.	5 douz. de lig.	2 douz. de lig.	3 douz. de lig.
7	7	6	2	4
8	8	7	2	5
10	10	9	2	7
12	12	11	2	9

Si on multiplie le diamètre primitif de l'un ou de l'autre de ces pignons, par les révolutions qu'il doit faire autour de la roue qui le conduira ; & qu'on ajoute au produit les 2 douzièmes indiqués pour quantité d'engrenage, on aura complettement le diamètre de la roue.

Si à ces 2 douzièmes, on ajoute ce qui a été retranché du diamètre total des pignons pour former leur diamètre primitif ; on verra que la ſomme qui en réſulte fait les $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$ de ces pignons.

J'en ai établi les groſſeurs de cette manière, pour n'avoir en douzièmes de lignes que des nombres ronds.

Les axes ne ſervent qu'à indiquer à quelle diſtance de la circonférence de la roue on doit placer le pivot du pignon, dans le cas où on auroit un calibre à tracer ; ainſi la diſtance qui devra ſe trouver entre le centre des pignons, & la circonférence des roues, ſera pour un pignon de 6, des $\frac{1}{6}$, ou $\frac{1}{3}$ de ſon rayon.

de 7, des $\frac{4}{7}$
de 8, des $\frac{5}{8}$
de 10, des $\frac{7}{10}$
de 12, des $\frac{9}{12}$ ou $\frac{3}{4}$.

Pour avoir le diamètre primitif des pignons par celui des roues, on opérera par la méthode inverſe ; c'eſt-à-dire, qu'une roue donnée devant être regardée comme le produit du diamètre primitif de ſon

pignon, multiplié par le nombre de ſes révolutions, auquel produit on auroit ajouté deux fois l'excédent dudit pignon; on aura la valeur du diamètre primitif de ce pignon, en prenant pour diviſeur de ſa roue le nombre de ſes révolutions autour d'elle, plus deux fois l'excédent du pignon; lequel eſt $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{11}$ de ſon diamètre primitif, ſelon que le pignon eſt de 6, de 7, de 8, de 10 ou de 12. Le quotient de cette diviſion exprimera la valeur du diamètre primitif du pignon; auquel ajoutant l'excédent, on aura ſon diamètre total. Ainſi, qu'on ait une roue de 32 douzièmes de ligne, autour de laquelle un pignon de 6 doit faire ſix révolutions; en diviſant 32 par 6 plus $\frac{2}{3}$, ſoit $\frac{32}{5}$, le quotient 5 donnera le diamètre primitif du pignon; auquel ajoutant 1 pour ſon excédent, j'aurai 6 douzièmes de ligne pour ſon diamètre total. (4)

Dans le cas où c'eſt le pignon qui conduit la roue (ce qui a lieu dans l'engrenage des pignons de minuterie); pour lors, comme le pignon doit être proportionnément plus grand que dans le cas contraire, le produit de la multiplication du diamètre primitif du pignon par le nom-

(4) Voici une formule dont on m'a fait part, pour obtenir tout d'un coup le diamètre total du pignon qui doit convenir, ſelon mes principes, à une roue donnée.

Que cette roue ſoit R; le nombre des aîles qu'on veut donner au pignon a; le diamètre total de ce pignon x; ſon excédent $\frac{x}{a}$; ſon diamètre primitif $x - \frac{x}{a}$; la quantité de ſes révolutions autour de la roue r; l'on aura cette équation, $R = x - \frac{x}{a} \times r + 2\frac{x}{a}$; ce qui donnera $x = \frac{Ra}{a - 1 \times r + 2}$. Or voici l'explication de cette formule :

1°. Multipliez le diamètre de la roue donnée par le nombre d'aîles dont le pignon doit être pourvu. 2°. Multipliez ce nombre d'aîles, moins une, par le nombre de révolutions que le pignon doit faire autour de la roue; & ajoutez 2 à ce produit. 3°. Diviſez le premier réſultat par le ſecond. Le quotient vous donnera le diamètre total du pignon.

On demande, par exemple, quel doit être le diamètre total d'un pignon de 6, qui fera 8 révolutions autour d'une roue de $5\frac{5}{8}$ lignes de diamètre. La première opération ſuſdite donnera le nombre 35. La ſeconde opération donnera celui de 42. Enfin, ce premier nombre diviſé par le ſecond rendra pour quotient $\frac{35}{42}$, ſoit $\frac{5}{6}$ lignes.

Ainſi le pignon de 6, correſpondant à une roue de 48 dents qui auroit $5\frac{5}{8}$ lignes de diamètre, aura $\frac{5}{6}$ ligne pour ſon diamètre total.

bre de ſes révolutions, ſuffira, ſans plus, pour établir le diamètre total de ſa roue.

Ce n'eſt pas aſſez, pour la bonne exécution d'un engrenage, d'avoir le moyen d'établir un rapport exact entre le diamètre des roues & celui des pignons qu'elles conduiſent; il eſt encore à propos d'obſerver, par rapport aux roues plates, que moins elles ſeront nombrées, plus auſſi elles devront pénétrer dans le pignon; plus l'étendue de la courbe pratiquée ſur la denture ſera grande, & plus cette courbe ſera difficile à former; au point qu'une roue de 6 dents exigera, pour opérer la levée de 60 degrés de la part d'un pignon de 6, un engrenage qui pénètre juſqu'aux $\frac{3}{4}$ de ſon rayon, comme je l'ai dit; & comme on peut le voir en préſentant ces deux mobiles ſur l'inſtrument dont je fais mention à la fin de ce Mémoire.

Ainſi la profondeur de cet engrenage décroît à meſure que le diamètre de la roue augmente; tellement que la pénétration des $\frac{3}{4}$ du rayon du pignon ſe réduit enfin à-peu-près à la moitié de ce rayon, dès que la roue a atteint un certain diamètre.

Il n'en eſt pas ainſi de la roue de champ; elle n'engrène dans aucun cas au-delà du demi-rayon d'un pignon de ſix; & pour que les roues plates en approchent le plus qu'il eſt poſſible, il n'y a point d'autre moyen que celui de les nombrer beaucoup; comme on le verra par l'expoſé ci-après d'une certaine quantité de roues, dont j'indique le nombre de dents, les degrés qu'elles doivent parcourir pendant la menée, & leur différente pénétration dans l'engrenage.

Nombre des dents des roues engrenant dans un pignon de 6.	*Les degrés qu'elles parcourrent.*	*Quantité de leur engrenage.*
6	60	$\frac{2}{3}$ du rayon du pignon.
12	30	$\frac{7}{12}$
18	20	$\frac{5}{9}$
24	15	$\frac{13}{24}$
30	12	$\frac{8}{15}$
36	10	$\frac{19}{36}$
42	$8\frac{4}{7}$	$\frac{11}{21}$
48	$7\frac{1}{2}$	$\frac{25}{48}$
54	$6\frac{2}{3}$	$\frac{14}{27}$
60	6	$\frac{31}{60}$

Voici le fondement de la dernière partie de cette tabelle, quant à l'engrenage : Une roue autour de laquelle un pignon de 6 feroit assez de révolutions pour que son arc de menée pût être pris pour la tangente de cet arc, seroit à cet égard dans le cas d'une roue de champ, & auroit le même engrenage qu'elle, c'est-à-dire, le $\frac{1}{4}$ rayon. Mais nous avons vu qu'une roue autour de laquelle ce pignon ne feroit qu'une révolution devroit pénétrer jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de son rayon. Il y a donc $\frac{1}{8}$ de rayon de différence entre le plus profond & le plus foible de ces engrenages. Or cette 6e. partie pour une roue de 6 dents, devient $\frac{1}{12}$ rélativement à une roue de 12 dents, $\frac{1}{18}$ rélativement à une roue de 18 dents, &c. Et voilà dans quelle proportion les engrenages doivent décroître à mesure que le nombre des révolutions augmente : de sorte qu'une roue de 12 dents aura pour engrenage $\frac{6}{12}$, plus $\frac{1}{12}$, c'est-à-dire $\frac{7}{12}$ du rayon de son pignon ; une roue de 18 dents aura pour engrenage $\frac{9}{18}$, plus $\frac{1}{18}$, c'est-à-dire $\frac{5}{9}$ de ce rayon ; une roue, enfin, de 60 dents en aura pour engrenage les $\frac{30}{60}$, plus $\frac{1}{60}$, c'est-à-dire, les $\frac{31}{60}$.

On voit que la pénétration d'une roue plate de 60 dents ne diffère de celle de la roue de champ que de $\frac{1}{60}$ du rayon du pignon auquel elle engrène : ce qui pour un pignon d'une ligne de diamètre, fait une

différence de $\frac{1}{120}$ partie de ligne ; quantité dont il n'eſt guère poſſible de tenir compte.

Comme les principes que j'établis ont pour objet principal la régularité des vibrations du balancier, & que les roues qu'on emploie dans les montres ſe trouvent paſſablement chargées de dents, il eſt inutile de conſidérer l'engrenage qui réſulteroit de deux mobiles de ſix dents chacun, puiſqu'il eſt défectueux au point de ne pouvoir ſervir.

Quoique le pignon de 6 aîles ſoit le plus déſavantageux de tous ceux qu'on employe, on pourra cependant faire un aſſez bon engrenage par ſon moyen, dès que la roue ſera très-nombrée ; car ſi l'on compare, par exemple, dans une roue de 60 dents, & de 9 lignes de diamètre, l'arc de 6 degrés qu'elle parcourt, tandis que ſon pignon en parcourt 60, avec la tangente de cet arc ; on verra que cette tangente ne s'écarte de ſon arc, que de $\frac{1}{40}$ de ligne ; ce qui forme dans la pratique une quantité preſque imperceptible. Ainſi, quant à l'effet, la préférence qu'on donneroit à une roue en couronne ſur une roue plate d'un tel nombre n'auroit pour raiſon qu'une imagination plus ſatisfaite.

La roue qui ſuit celle-ci & qui précède la roue de champ, n'a ordinairement pas moins de 48 dents ; & ſi nous la ſuppoſons de 7 lignes de diamètre, comme ſon arc de menée eſt de $7\frac{1}{2}$ degrés, cet arc ne s'écartera de ſa tangente que d'environ $\frac{1}{35}$ de ligne ; quantité de petite conſéquence dans la menée. Au lieu qu'en ſuppoſant un pignon de même groſſeur qui ne feroit qu'une révolution autour de ſa roue, l'écart dont nous parlons ſeroit de $1\frac{1}{2}$ ligne, c'eſt-à-dire, d'une quantité égale au rayon même de la roue.

On pourroit m'objecter que, dans une répétition, entre les roues du petit rouage, il y en a de 24 & de 20 dents ; mais je réponds que ces engrenages n'ayant d'autre utilité que de modérer l'activité de la force motrice, il importe beaucoup moins qu'ils ſoient d'une parfaite régularité ; il n'y a point ici de balancier ſur lequel ſe raſſemblent toutes les imperfections qui naiſſent de la difformité des engrenages.

Il eſt à remarquer cependant que les répétitions dans le rouage deſquelles

quelles ces pignons de 6 ſont employés, ont l'inconvénient de frapper les coups très-rapidement par la chaleur, & très-lentement par le froid; ce qui eſt déſagréable pour le propriétaire. On pourroit obvier à cela, en employant des pignons plus nombrés; puiſque je ſuis parvenu, en ſubſtituant ſimplement un pignon de 12 à celui de délai qui étoit de 6, à rendre la courſe d'un rouage, affecté de ce défaut, de même durée à toutes les températures.

Un motif non moins important juſtifie encore la préférence que je donne aux pignons nombrés ſur les autres; c'eſt l'avantage d'obtenir par leur moyen un plus puiſſant régulateur, comme l'expérience m'en a convaincu.

Lorſque le reſſort ſpiral, qui doit régler une montre, eſt adapté au balancier; & que l'inertie de celui-ci, jointe à la réſiſtance qu'oppoſe le dit reſſort à la puiſſance motrice, empêche que le balancier ne ſoit mis en mouvement, c'eſt une preuve que le balancier eſt trop peſant; il faut donc en diminuer la maſſe, de quelque manière, au point qu'il parte à la tenſion du reſſort moteur. Cette condition eſt abſolument néceſſaire, pour que le balancier ne ſoit pas dans l'inaction, au moment qu'on retire la clef, après avoir remonté la montre.

Si l'échappement n'eſt pas à repos, on peut abréger cette opération, en faiſant enſorte que le balancier ſeul exécute 7200 vibrations dans une heure; laiſſant au ſpiral à en produire 10080 d'accélération; ce qui fait une ſomme de 17280 vibrations. Ou, ce qui revient au même, il faut que le balancier ſoit d'un tel poids, que la montre tire, ſans ſpiral, 25 minutes par heure, comme s'expriment les ouvriers.

Cette règle ſera bonne pour le balancier d'une montre, dont les petits pignons ſeront de 6 aîles, & qui battra le nombre de vibrations ſuſmentionné; mais c'eſt une choſe très-digne de remarque, qu'avec la même quantité de vibrations, ſi les pignons ſont de 7, 8, 10 ou 12 aîles, il ne ſera point néceſſaire d'alléger le balancier juſqu'à ce point; parce qu'au moyen des engrenages formés par de tels pignons, il ſe tranſmet une plus grande quantité de force motrice à la

roue d'échappement; ce qui peut provenir, tant de l'avantage qui en réſulte dans les leviers, que de la diminution dans le frottement de ces engrenages.

Que, dans une montre à pignons de 6, on n'ait que la force motrice ſuffiſante pour communiquer le mouvement à un balancier de 10 lignes de diamètre, & du poids de 7 grains; cette même force ſuffira pour mouvoir un balancier de 10 lignes $\frac{1}{8}$, peſant 7 grains $\frac{1}{12}$, ſi les pignons ſont de 7; de 10 $\frac{1}{4}$ lignes, peſant 7 gr. $\frac{1}{8}$, ſi les pignons ſont de 8; de 10 $\frac{1}{2}$ dites, & de 7 gr. $\frac{1}{3}$, ſi les pignons ſont de 10; de 10 $\frac{1}{4}$ dites, & de 7 gr. $\frac{1}{2}$, ſi les pignons ſont de 12.

Il ſuit encore de la préférence donnée aux pignons nombrés, que les pivots ſont d'une exécution plus facile; puiſque, le diamètre de ceux du balancier pouvant être plus grand, les pivots des autres roues peuvent être groſſis à proportion.

Je ne pourrois mieux terminer ces obſervations ſur les avantages que l'on trouve à nombrer beaucoup les mobiles, que par des réflexions analogues, tirées du 4e. numéro de l'excellent article *Frottement* fourni à l'Encyclopédie par M. Romilly, cet Artiſte ſi juſtement célébre.

« Le frottement des dents ſur les aîles des pignons conſiſte, dit-il, » dans l'étendue de la courbe qui roule ſur l'aîle du pignon : cette » courbe eſt d'autant plus étendue, que la roue eſt moins nombrée » rélativement à ſon pignon : plus elle eſt étendue, plus elle eſt diffi- » cile à former; & les accottemens ou chûtes qui réſultent de ſon » imperfection, ſont d'autant plus fréquens, que la roue étant peu » nombrée tourne plus vîte. Donc, pour accourcir ces courbes, il » n'y a point de meilleur moyen que de nombrer beaucoup les roues; » par-là les dents approchent d'être paralléles entr'elles; enſorte que » la dent qui pouſſe l'aîle, le fait d'autant plus facilement que le point » d'attouchement de la dent ſe fait comme par une ſimple pulſion, » & concourt en quelque ſorte au chemin qu'elle fait décrire à l'aîle. » Si l'on pouvoit placer les dents des roues ſur une circonférence » concave, il eſt aiſé de preſſentir l'avantage qui en réſulteroit; les » dents allant en élargiſſant vers le fond, les aîles du pignon qui ſont

» le contraire, conviendroient d'autant mieux dans ces dentures, » qu'elles pourroient ſe dégager avec une grande facilité : mais ne » pouvant pratiquer ces ſortes de dents, il convient de s'en approcher » le plus qu'il eſt poſſible ; or, on ne peut le faire que de deux ma- » nières ; 1°. en nombrant beaucoup les roues ; 2°. en faiſant des » roues de champ, où les dents ſont ſur un plan, & par conſéquent » parallèles ; mais il n'eſt pas poſſible d'en employer pluſieurs de cette » eſpèce, à cauſe que cela change la poſition des axes du pignon » qu'elles conduiſent ; en ſorte qu'il faut choiſir le premier parti, com- » me le plus avantageux, pour rendre le plus uniforme le frottement » de l'engrenage. »

III. Le 3e. cas à diſtinguer eſt la menée avec uniformité ; & cette propriété dépend de la forme des dents de la roue. Cette forme abandonnée au goût des ouvriers eſt regardée par la plûpart d'entr'eux comme étant preſqu'arbitraire ; qu'en arrive-t-il ? C'eſt que les mobiles préſentent ſouvent dans le cours de leur engrenage de grandes irrégularités.

Les moyens d'y remédier ont occupé de tout tems les Artiſtes qui raiſonnent ſur leur Art, & qui s'intéreſſent à ſes progrès. Mais comme cette découverte ſuppoſe des connoiſſances dont peu d'horlogers ſont pourvus, leurs ſuccès à cet égard n'ont été que très-imparfaits. Enfin, la géomètrie nous a fourni la règle générale qu'on doit ſuivre à cet égard ; elle a tracé l'eſpèce de courbe qui doit terminer les dents des roues, pour que l'égalité de viteſſe reſpective ſoit conſervée dans les deux mobiles pendant la menée ; & c'eſt ſelon que les ouvriers ont plus ou moins d'égard à cette forme dans leurs dentures, qu'ils approchent plus ou moins de l'uniformité qu'ils doivent chercher.

Cette courbe, qu'on appelle *Epicycloïde*, & dont nous avons déja parlé dans une note précédente, doit bien mieux être ſuivie dans l'arrondiſſage des dentures, que dans celui des pignons, vu l'étendue qu'elle a dans ce premier cas. Ses avantages conſiſtent à épargner la force motrice, à contribuer puiſſamment à l'égalité des vibrations du balancier, & à préſerver les trous de l'agrandiſſement, auquel la dureté & l'inégalité dans le frottement des dentures les expoſe.

On ne peut cependant ſe diſſimuler que cette découverte, toute belle qu'elle eſt, perd quelque choſe de ſon prix, en ce qu'il eſt plus aiſé de ſentir les avantages qu'elle fait eſpèrer, qu'il ne l'eſt de ſe les procurer par l'exécution.

Varier la forme de cette courbe, ſelon la différente grandeur des mobiles qui doivent la déterminer; &, de plus, confier à la main le ſoin de repréſenter fidélement ce que l'entendement a ſaiſi, eſt d'une ſi grande difficulté, qu'on ne peut guère ſe flatter du ſuccès, à moins d'un inſtrument qui rende la formation de cette courbe abſolument méchanique. Je crois avoir approché de ce but, par le moyen de deux demi-cercles gradués, au centre deſquels ſont placés en engrenage les mobiles dont on veut former les courbes. Voyez *Figure* 10.

Pour voir l'action d'une ſeule dent de la roue ſur l'aîle du pignon, j'en ai caſſé de part & d'autre les deux dents voiſines; puis, je preſſe les tiges du pignon par les cylindres qui l'aſſujettiſſent, de manière qu'il ne puiſſe tourner librement. Enſuite, je place l'aîle du pignon ſur la ligne des centres; & j'amène la dent qui ſe trouve entre les deux dents caſſées contre le flanc de cette aîle.

J'eſtime que c'eſt dans cette diſpoſition que la dent doit commencer ſon action; & elle doit la continuer, juſqu'à ce que l'aîle ſuivante ſoit amenée au même point d'où la première eſt partie.

Alors, après avoir ajuſté deux éguilles ſur les deux mobiles, l'une & l'autre placées à zéro des deux demi-cercles, je fais mouvoir la roue. Que cette roue ait 72 dents, & qu'on donne 6 aîles au pignon; quand l'éguille attachée à la roue aura parcouru 5 degrés, j'examine ſi celle qui eſt ſur le pignon en a parcouru 60; ce qui eſt un préliminaire indiſpenſable. S'il y en a plus, ou moins, j'eſtime le pignon trop gros, ou trop petit, ſelon l'obſervation faite en traitant de la forme du pignon; & j'y remédie.

L'engrenage étant à cet égard à ſon point de préciſion, il ne s'agit plus que d'examiner ſi la courbe de la denture eſt telle qu'elle puiſſe remplir le but qu'on ſe propoſe.

Pour m'en aſſurer, je ramène les éguilles à zéro; & après avoir

fait parcourir un degré à la roue, je regarde s'il y en a 12 parcourus par le pignon; s'il y en a plus, comme c'eſt l'ordinaire, je lime la courbe à ſon origine, juſqu'à ce que j'aie 12 degrés de la part du pignon, pour un degré du fait de la roue; & conſéquemment 24 pour deux, 36 pour 3, & enfin 60 pour 5.

Si l'on veut pouſſer l'exactitude plus loin, on peut partager en deux parties les degrés parcourus par la roue, & faire 10 diviſions égales des 5 degrés qui conſtituent ſa menée; de ſorte qu'on pourra former une courbe qui ménera le pignon avec uniformité de 6 en 6 degrés, juſqu'au terme de 60 degrés, qui eſt la fin de ſa levée. Je crois que c'eſt-là tout ce qu'on peut exiger de plus précis.

Les dentures qui agiſſent ſur des pignons nombrés comme de 12 aîles, doivent avoir autant de vuide que de plein; & à meſure que les pignons & les roues diminuent en nombre, il faut augmenter proportionnellement le pléin de la denture; de manière que les dents étant ſuffiſamment étoffées, elles préſentent aſſez de ſurface pour qu'on puiſſe donner à la courbe l'étendue néceſſaire. C'eſt ainſi qu'on ſuivra d'auſſi près qu'il ſera poſſible la forme des courbes géométriques.

Si l'on ordonnoit dans une montre tous les pignons de même groſſeur, on mettroit de la ſimplicité dans le plan, & l'exécution en deviendroit plus aiſée & moins imparfaite; en ce que les limes qui auroient ſervi à finir à l'outil la première denture pourroient être employées pour finir les autres.

On pourra dire que cette pratique eſt plus commode qu'exacte; parce que la courbe qui convient à la denture d'une roue de 60 dents, ne peut être celle d'une roue de 48.

Cette objection auroit plus de force, ſi je voulois qu'on appliquât le moyen que je propoſe aux roues de ces montres où l'on eſt dans l'uſage de faire un mélange de gros & petits pignons; je conviens que les dents des roues ſont ſi diſſemblables dans ces pièces, qu'il ne ſeroit pas poſſible de les traiter avec les mêmes limes. Mais les pignons étant d'égale groſſeur; il en réſulte auſſi de l'uniformité dans la groſſeur des dents des roues; de ſorte qu'une roue de 8 lignes & $\frac{2}{3}$ de diamètre,

ayant 60 dents, & une roue de 48 dents ayant 7 lignes, porteront des dents ſemblables, & conviendront l'une & l'autre à un pignon de 6 aîles, & d'une ligne de groſſeur.

Voilà donc une des cauſes de la diverſité de courbure dans les épicycloïdes levée par ce moyen. Car cette diverſité naît, tant de la différence de groſſeur dans les pignons, que de celle qui a lieu dans la grandeur des roues: de ſorte que les pignons étant égaux, cette courbe ne varie plus que comme le diamètre des roues. Or l'effet de cette différence peut être regardé comme nul dans une roue du centre de 60 dents, comparée à la petite roue moyenne; à plus forte raiſon, s'il s'agit de la petite roue moyenne comparée à la roue de champ.

Ainſi, les mobiles étant bien préparés, je dis que la lime qui aura fait la denture d'une de ces roues, menant avec uniformité le pignon, pourra non-ſeulement être employée ſans inconvénient à faire la denture des deux autres roues; mais qu'on ne pourroit ſubſtituer à ce moyen un expédient qui fût ſenſiblement meilleur.

Au ſurplus, il a été démontré par la régularité des vibrations du balancier d'une montre à répétition & à roue de rencontre, exécutée ſelon mes principes, & qui a été ſoumiſe à l'inſpection de quelques-uns des Commiſſaires, nommés pour l'examen de ce Mémoire, que le moyen ſus-indiqué s'il eſt imparfait, n'a pu être manifeſté tel par les oſcillations du balancier, qui rendent ſi ſenſibles toutes les imperfections des engrenages.

Quoique je ſois arrivé au terme que je me ſuis preſcrit, l'on s'appercevra que ce que j'ai expoſé ſur cette matière eſt fort en deça des limites que l'on peut atteindre; mais en attendant que quelqu'un nous donne un traité complet ſur la pratique des engrenages, j'ai penſé que cet eſſai pourroit être de quelque utilité aux Artiſtes, tant pour régler le rapport qui doit ſe trouver entre les roues & leurs pignons, que pour déterminer la profondeur qu'exigent les différens engrenages, & fournir un moyen facile de tracer la courbe des dentures.

L'on trouvera ci-après la deſcription des inſtrumens dont je me ſers

pour obtenir tous ces avantages ; je les ſoumets à l'examen du Comité ; & s'il les juge utiles à la perfection de l'art, & à notre fabrique en particulier, c'eſt avec un vrai plaiſir que j'en rendrai la connoiſſance publique.

Quoique ces inſtrumens puiſſent être d'un uſage général, il n'eſt pas néceſſaire pour qu'ils rempliſſent la plus grande partie de leur but, que chaque ouvrier en ſoit pourvu. Il ſuffira qu'ils ſoient entre les mains de quelques Artiſtes diſtingués par leurs talens, & qui faſſent établir beaucoup de montres. Les calibres qu'ils dreſſeront, pour être remis aux faiſeurs de mouvemens, pourront déterminer la groſſeur des pignons, au moyen de trous formés ſur notre meſure ; de cette manière, l'inſtruction néceſſaire à cette claſſe d'ouvriers réunira ces deux principaux avantages, la briéveté & la ſûreté.

Deſcription du Compas de Proportion, dont on a parlé dans le Mémoire qui précéde, & de ſes différens uſages ; accompagnée de pluſieurs règles importantes dans la pratique de l'horlogerie.

DANS la deſcription que je me propoſe de faire, je ne détaillerai pas les raiſons qui m'ont engagé à la recherche des principes que j'ai adoptés ſur les engrenages, & les eſſais par leſquels je ſuis parvenu à rendre le compas, où j'ai fait l'application de ces principes, plus digne d'être préſenté aux Artiſtes.

Il me ſuffit d'expoſer ici, que c'eſt au commencement de 1773 que je fis exécuter par le Sr. Borel, faiſeur d'outils, le premier inſtrument de cette eſpèce qui ait paru. Cet inſtrument étoit abſolument ſemblable, quant à ſon apparence, à celui dont je préſente ici le deſſin (*voyez fig.* 1.) ſi on en excepte la forme circulaire que j'avois donné à la lame placée au bout de ſes branches.

Le desir que j'avois de rendre utile cette partie de l'instrument, & le peu d'usages auxquels elle pouvoit se prêter sous cette forme, m'engagèrent dans une conférence à ce sujet avec M. Abraham Lossier. C'est ami m'aida de ses lumières; & satisfit à mes vues, en m'indiquant la substitution d'une règle à cette portion de cercle.

J'adaptai ensuite un ressort au centre de l'instrument, pour que l'ouverture du compas ne dépendît pas de la vis de rappel, dont le jeu dans son écrou auroit causé tôt ou tard quelque inexactitude dans la mesure.

Malgré ces corrections, il s'en falloit bien que cet instrument, de même que le Mémoire qui en accompagnoit la description, eussent le degré d'utilité qu'ils ont aujourd'hui. Ce changement avantageux étoit réservé au zèle & aux lumières des Commissaires nommés par le Comité des Arts, qui voulurent bien coopérer par leurs bons avis à la perfection d'un ouvrage remis à leur examen.

On sentira par cet exposé, combien il est avantageux aux Artistes d'exercer leurs talens au sein d'une association qui a pour but l'encouragement des arts, & dont les secours peuvent développer des germes, qui sans elle demeureroient infructueux.

Ce compas d'acier, très-solidement fait, est cependant si léger qu'il ne pèse pas une once & trois quarts; sa longueur est de six à sept pouces. La vis (*a*) qui est au centre de mouvement divise l'instrument en deux parties inégales; de sorte que faisant treize parties de toute sa longueur, il y en a douze du côté où sont les branches (*BB*). Sur ces branches sont ajustés des coulans d'une seule piéce (*c*), que l'on peut mener de bout en bout, & fixer à telle place qu'on veut, par les vis (*d*).

L'autre portion (*D*), & qui forme le calibre à pignons, fait la treizième partie de la longueur de l'instrument.

Au sommet des branches, on a fixé une règle (*E*) divisée en pouces & lignes, à la mesure d'un demi-pied de roi; la longueur de cette règle, & l'ouverture du calibre sont dans le rapport de 12 à 1; de sorte que les six pouces de la règle donnent six lignes d'ouverture au calibre

calibre à pignon ; un pouce, une ligne ; une ligne, une douzième de ligne, &c.

Les trois premières lignes (*c*) de la règle ſont diviſées par quarts ; & ces quarts ſont ſubdiviſés en d'autres quarts, qui ſont indiqués ſur une ligne tranverſale par trois points plus petits que ceux entre leſquels ils ſont placés ; de ſorte qu'en faiſant avancer ou retrograder la règle d'un point à l'autre, ſous l'éguille ou index (*H*) qui la couvre, on aura par le calibre à pignon la 192e. partie d'une ligne, & la 384e. entre deux points (5).

Lorſque le devant de cet index, que l'on fait avancer ſur la règle, eſt ſur une ligne, on a par le calibre à pignon une douzième de ligne ; & ſi on l'a fait avancer aſſez pour que ce ſoit la première des entailles pratiquées ſur le derrière de l'index qui porte ſur cette ligne, on a par le calibre à pignon $\frac{1}{23}$ de ligne & $\frac{1}{4}$, ſoit $\frac{5}{48}$, &c.

Une face des branches, *fig.* 1, préſente cinq colonnes de chiffres ; trois ſur une branche, & deux ſur l'autre. La première de ces colonnes indique tous les nombres dont on peut avoir beſoin, pour des roues qui doivent conduire des pignons de ſix. La ſeconde, tous ceux qu'on peut appliquer aux roues qui conduiſent des pignons de ſept. La troiſième ſert pour les roues menant des pignons de huit. La 4e. & la 5e. pour celles qui mènent des pignons de dix & de douze.

L'autre face des branches, *fig.* 2, a des diviſions, ſur leſquelles les coulans étant amenés, l'on obtient des meſures qui ſont, quant à l'ouverture du calibre à pignon, comme 2 &c. juſqu'à 12, ſont à 1 ; ces diviſions ſont ſubdiviſées par quarts.

Sur une des branches, ſont indiquées les proportions que doit avoir la fuſée avec le barillet, rélativement au nombre de tours de celle-là, afin d'obtenir une chaine de juſte longueur.

(5) Dans la crainte que ces ſubdiviſions ne puſſent être exactement repréſentées ſur la planche, on a préféré ſimplement de les indiquer. On a de même réduit à des nombres ronds de révolutions de la part des pignons, le nombre de dents que l'on ſuppoſe à leurs roues correſpondantes ; quoique l'inſtrument repréſente effectivement les révolutions de pignons par fractions de 6e, 7e, 8e, 10e, 12e, ſelon que la colonne eſt pour des pignons de 6, 7, 8, 10 ou 12.

Sur l'autre branche, ſe trouvent les chiffres 11, 13, 15, 17, 19, qui ſont les nombres ſur leſquels la plupart des roues de rencontre ſont fendues.

Un peu plus bas, les mêmes chiffres ſont répétés ; & l'objet de ces meſures eſt de donner la groſſeur d'une verge ronde, à gros corps ; comme on l'expliquera ci-après.

La *figure* 3, repréſente le barillet & ſon reſſort ; les vis par le moyen deſquelles il eſt attaché ſur l'inſtrument, ſe voient deçà & de-là du barillet, ainſi que l'arbre auquel le reſſort eſt accroché.

La *figure* 4, repréſente la vis de rapel & ſes tenons, avec les roſettes qui ſervent à les fixer ſur l'inſtrument.

Joignons à cette deſcription celle de quelques inſtrumens inſéparables du compas de proportion, & qui contribuent à en étendre conſidérablement les ſervices.

Ce ſont des lames dreſſées de chaque côté à la règle ; après quoi, on les arrondit légérement pour en ôter les angles ; & comme les bouts ſont d'inégale largeur, je nomme ces inſtrumens *Pyramides*. Elles ſont au nombre de quatre ; la petite eſt d'acier, & les trois autres de laiton. On les voit ſous les *figures* 5, 6, 7, & 8.

La plus grande largeur de la pyramide, *fig.* 5, eſt d'une ligne ; & le bout le plus étroit eſt d'une 6e. de ligne ; ſa longueur eſt d'environ deux pouces ; elle eſt diviſée dans cette longueur en douzièmes de ligne, depuis 2 juſqu'à 12. L'utilité de cette pyramide, eſt de pouvoir meſurer les quantités qui ſont au-deſſous d'une ligne ; & ſpécialement, d'eſtimer la grandeur des trous, tels que ceux qu'on fait au calibre, pour indiquer la juſte groſſeur des pignons. Elle ſert encore de règle pour agrandir au point convenable le trou d'une roue, dans lequel une rivure doit entrer avec juſteſſe.

La pyramide, *fig.* 6, eſt comme la continuation de la précédente. Son bout le plus étroit eſt d'une ligne, & le plus large de quatre dites ; ſa longueur qui eſt de quatre pouces & demi, eſt diviſée en douzièmes de ligne. Elle ſert principalement à faire des trous de la groſſeur préciſe des gros pignons, & à prendre, entre les coulans, le diamètre des petites roues, telles que le compas de proportion les indique.

La troiſième, *fig.* 7, eſt, de même, la continuation de la précédente. Elle a 4 lignes à ſon bout le plus étroit, & 8 au plus large; ſa longueur, qui eſt de ſix pouces, eſt diviſée pareillement en lignes & douzièmes de ligne. Elle ſert à prendre le diamètre des roues, indiqué par le compas de proportion.

La quatrième, *fig.* 8, eſt auſſi la continuation de la précédente. Un de ſes bouts a huit lignes de largeur, & l'autre un pouce; elle eſt pareillement diviſée en lignes & douzièmes de ligne, ſur ſa longueur qui a demi-pied. Au bout le plus large, ſont ajuſtées deux couliſſes, dans leſquelles peuvent gliſſer deux lames d'acier, longues chacune d'un demi-pouce; de ſorte que, quand elles ſont dans leurs couliſſes, & que leurs bouts ſe touchent, elles n'occupent que la largeur de la pyramide; elles ſont aſſujetties à telle place que l'on veut par les vis (*bb*) qui les preſſent; tellement qu'en introduiſant une pyramide entre ces deux lames d'acier, on peut augmenter la meſure juſqu'à dix-huit lignes. Cette pyramide ſert à prendre le diamètre des grandes roues, ainſi que des balanciers; & à repréſenter la grandeur d'un calibre projetté.

A ces pyramides, il eſt utile de joindre l'échelle repréſentée par la *fig.* 9. C'eſt une bande de laiton, formant un quarré long, ſur laquelle on peut prendre des rayons de cercles, depuis un pouce, juſqu'à une vingt-quatrième de ligne, par le moyen d'un trait oblique long de ſix pouces, & qui s'élève d'une ligne depuis ſon origine juſqu'à ſa fin. Les bouts de cette bande qui ont un pouce de largeur, ſont diviſés en douze parties; & ſes côtes ayant ſix pouces de longueur, & étant diviſés en 24 parties, on peut prendre de la première ligne à la ſeconde qui lui eſt oblique, une 24e de ligne, & même une 48e en prenant le milieu entre deux diviſions. De ſorte qu'au moyen de cette échelle, quel que ſoit le diamètre des pignons, roues, balanciers, calibres, &c. indiqué par les pyramides, il peut être repréſenté très-exactement, en le prenant avec le compas.

Uſages du Compas.

1. PAR le moyen des diviſions qui ſont ſur la règle du compas, on peut prendre par le calibre à pignon l'épaiſſeur d'une 384e. de ligne juſqu'à demi-pouce ; en ſorte que cet inſtrument peut ſervir aux plus petites meſures, & ſpécialement tenir lieu de calibre à pivots (6)

2. Si on amène les coulans dans le milieu des branches, ſur le chiffre 6, la meſure qu'ils donneront ſera exactement la moitié de celle de la règle ; c'eſt-à-dire, qu'une ligne indiquée par la règle ſera demi-ligne entre les coulans ; & le demi-pied trois pouces ; de ſorte que ſi l'on a quelque choſe à meſurer qui excède la longueur de ſix lignes, on pourra ſe ſervir des coulans juſqu'à la meſure de trois pouces.

3. L'épaiſſeur de la virole, ſoit l'écorce cylindrique d'un barillet, étant communément d'un quart de ligne ; il ſuit de cette obſervation, que meſurant le diamètre extérieur du barillet entre les coulans rangés ſur le chiffre 3 & $\frac{1}{4}$, le calibre à pignon donnera le tiers du diamètre intérieur, & par conſéquent la groſſeur de l'arbre, comme elle doit être.

4. Selon le principe adopté, de donner 100 degrés d'ouverture aux palettes des verges de balancier, & 40 degrés à leur arc de levée ; la largeur dont ces palettes doivent être, ſera déterminée par le calibre à pignon, en meſurant le diamètre de la roue d'échappement entre les

(6) Depuis que les Ouvriers ont entre leurs mains l'*Eſſai ſur l'Horlogerie* par M. Berthoud, ils ſe ſont familiariſés avec ces meſures, & ſavent aujourd'hui ce que vaut $\frac{1}{48}$ de ligne ; on ne pourroit cependant guère changer ce dénominateur ſans les jetter dans l'embarras ; car quoique $\frac{5}{48}$ de ligne reviennent à $\frac{1}{10}$, il vaut mieux ne point réduire cette fraction. Lors donc qu'on voudroit leur faire exécuter, par exemple, un pivot de $\frac{11}{192}$ ou de $\frac{23}{384}$, il vaudroit mieux leur dire : $\frac{2}{48}$ & $\frac{3}{4}$ ou $\frac{2}{48}$ & $\frac{7}{8}$. D'ailleurs, cette manière de compter eſt plus conforme aux meſures indiquées par l'inſtrument même ; puiſque l'eſpace d'une 48e de ligne à l'autre eſt occupé par trois points qui en ſont les quarts ; & qu'en faiſant paſſer l'index au milieu de l'eſpace qui eſt entre deux points, ce mouvement change la meſure d'une 384e de ligne.

coulans placés sur les chiffres 11, 13, 15, 17 ou 19, selon que cette roue aura l'un ou l'autre de ces nombres.

5. Comme on est dans l'usage de faire des verges, qui, par leur grosseur, ressemblent à un cylindre, & dont l'axe entaillé environ jusqu'au centre, pour le passage de la roue de rencontre, en figure les palettes & détermine leur largeur; on pourra avoir la mesure de ces verges, en plaçant les coulans sur les chiffres 11, 13, 15, 17, ou 19, au bout desquels se trouve une ligne d'écriture; & le diamètre de la roue d'échappement, pris entre les coulans, donnera par le calibre à pignon la grosseur de cette sorte de verge.

6. Ayant observé que la proportion de 5 à 3 pour la baze & le sommet de la fusée, donnoit à cette pièce la figure la plus approchante de celle qu'elle doit recevoir, étant égalisée au ressort; j'ai fixé ces proportions sur une des branches, en les indiquant par ces mots: *Baze de la fusée*; *Sommet de la fusée*.

Mais comme la fusée doit être plus grande ou plus petite, à raison du nombre de tours que la chaîne fait sur elle; voici la manière d'en déterminer la grosseur: Selon que la fusée aura 5, 6, 7 ou 8 tours; amenez les coulans sur l'un ou l'autre de ces chiffres; & là, prenant le diamètre du barillet, fixez-y le Compas; ensuite, descendant les coulans sur la division qui a pour titre, *Baze de la fusée*, l'intervalle des coulans vous donnera cette Baze; de même, en les descendant sur la division qui a pour titre, *Sommet de la fusée*, vous en obtiendrez le sommet.

Comme l'usage le plus fréquent est de donner six tours à la fusée, c'est pour cette raison que, sous le chiffre 6, j'ai placé le mot *Barillet*, pour indiquer que c'est-là où son diamètre doit être pris; mais si la fusée a 6 ½ ou 7 tours, on rangera les coulans sur 6 ½ ou 7, pour y mesurer le barillet.

Au surplus, l'instrument se prêtant à telle mesure qu'il plaira de l'assujettir, ceux qui voudront des fusées plus grandes ou plus petites, pourront se les procurer telles, sans changer la proportion de 5 à 3, rélativement aux deux diamètres de ce mobile.

7. Dans les cinq colonnes de chiffres, tracées sur les branches de l'instrument, on trouve tous les nombres dont on peut avoir besoin pour les mobiles de l'horlogerie. Ainsi, voulez-vous avoir la grosseur d'un pignon correspondant à une roue quelconque? Cherchez la colomne qui marque le nombre d'ailes dont votre pignon doit être pourvu; & prenant dans cette colonne le nombre des dents de votre roue, fixez-y les coulans; mesurez, ensuite, la roue entre ces coulans; & vous aurez par le calibre de l'instrument la grosseur de votre pignon. Voulez-vous, au contraire, avoir la grandeur de la roue par le pignon? Ouvrez le Compas de manière que son calibre à pignon en contienne le diamètre; & après avoir placé les coulans sur le nombre des dents de la roue pris dans la colonne des ailes du pignon, l'intervalle de ces coulans vous donnera le diamètre de la roue.

Et comme une roue plate coûte beaucoup moins à refaire qu'un pignon qui se trouveroit un peu trop gros ou trop petit, on peut rectifier cette irrégularité dans un ouvrage déja fini, en faisant une roue plus grande ou plus petite, selon que le Compas l'indiquera; & si on ne peut en changer le diamètre, l'on montera ou l'on descendra les coulans à la mesure du diamètre de la roue à refaire; & là où ils seront arrêtés, l'instrument indiquera si c'est une ou deux dents qu'il faut ajouter, ou retrancher, au nombre de celles dont elle est pourvue.

Enfin, rien n'est plus commode pour projetter telle construction de calibre qu'il plaira d'imaginer, que cette facilité avec laquelle on peut savoir d'avance quel sera le diamètre des mobiles qui doivent entrer dans le plan qu'on se propose; & jusqu'où l'on peut aller dans l'exécution, en faisant choix de pignons plus ou moins nombrés, selon un calibre de grandeur donnée: ce qui donne la faculté de le tracer sans place perdue, ni gêne quelconques.

8. On sait qu'il n'y a point d'instrument qui exige tant de justesse & de précision que celui qui sert à faire les engrenages, & l'on auroit peut-être de la peine à croire que notre Compas pût en tenir lieu. Cependant c'est là un de ses principaux avantages; & telle est l'exactitude des principes sur lesquels est fondée sa division, qu'en y appor-

tant l'attention requiſe, on obtiendra par ſon moyen un rapport auſſi juſte, que par l'inſtrument qui eſt deſtiné uniquement à cet uſage; & voici comment:

On conſidérera, que chaque révolution du pignon autour de la roue qui le mène, eſt exprimée ſur les branches du Compas, par la colomne des pignons de ſix, de 6 en 6 points; par celle des pignons de ſept, de 7 en 7 points; & enfin par celles des pignons de huit, dix, douze, de 8 en 8; de 10 en 10; & de 12 en 12 points. Or après qu'on aura pris le diamètre d'une roue quelconque, par le moyen des coulans placés dans la colonne du pignon auquel elle engrène, ſur les chiffres qui expriment le nombre des dents de cette roue; ſi l'on monte les coulans d'autant de points qu'il y a d'aîles à ſon pignon, on aura là le diamètre de la roue augmenté du diamètre primitif du pignon; & enfin, ſi on élève les coulans d'un point de plus, cette augmentation ſera du diamètre total.

Puis donc qu'au rayon de la roue on peut joindre telle grandeur que l'on veut; il ne s'agit que d'y ajouter le rayon du pignon pris où ſe termine l'engrenage, ſoit le rayon de l'axe de ce pignon, ſelon l'eſtimation qui en eſt faite dans la table qui s'y rapporte dans notre Mémoire. Par exemple, nous avons montré que l'engrenage d'une roue de 60 dents, agiſſant ſur un pignon de 6, & d'une ligne de groſſeur, en prendra les $\frac{1}{2}$, ſoit la moitié de ſon rayon; ce qui réduira l'axe de ce pignon à $\frac{1}{2}$. ligne. Donc, ſi on ajoute $\frac{1}{2}$ ligne à 8 lignes & $\frac{2}{3}$ de diamètre que la roue doit avoir, on aura pour diſtance des centres de ces deux mobiles, la moitié de ces diamètres, ſoit 4 lignes $\frac{7}{12}$; & l'engrenage ſera fait.

Or pour obtenir cette meſure par notre Compas, on élèvera les coulans de 3 $\frac{1}{2}$ points au-deſſus du nombre des dents que porte la roue. Ainſi la règle à ſuivre afin d'obtenir l'engrenage pour tout pignon, eſt: de meſurer d'abord ſa roue, comme à l'ordinaire, en plaçant les coulans au nombre convenable; enſuite, de monter les coulans au-deſſus de ce nombre, de 3 $\frac{1}{2}$ points pour pignons de 6; de 4 $\frac{1}{2}$ pour ceux de 7; de 5 $\frac{1}{2}$ pour ceux de 8; de 7 $\frac{1}{2}$ pour ceux de 10; & de 9 $\frac{1}{2}$ pour

ceux de 12. Alors, l'ouverture du Compas contiendra exactement entre les coulans une quantité, dont la moitié ſera la diſtance des deux centres que doivent occuper la roue & le pignon, pour que l'engrenage ſoit juſte.

Par cette méthode, il eſt aiſé de réſoudre ce problême : *Les centres de deux mobiles étant donnés, ainſi que leurs nombres, déterminer leur grandeur.* Pour cet effet, opérant comme nous venons de le dire, prenez dans le Compas la colonne du même nombre que votre pignon ; & voyant ſur cette colonne le nombre de dents que doit avoir votre roue, placez les coulans au-deſſus du chiffre qui l'indique, de la quantité de points deſignée dans le paragraphe précédent, ſelon le nombre de votre pignon. Ouvrez enſuite le compas, de manière que les coulans ſoient éloignés l'un de l'autre de la double diſtance des deux mobiles ; ce qui ſe fera aiſément par les pyramides. Alors, le calibre à pignon de l'inſtrument vous donnera la groſſeur de votre pignon. Puis, ſans déranger le Compas, ſi vous deſcendez les coulans ſur le nombre des dents de la roue, marqué ſur la même colonne, l'intervalle de ces coulans vous donnera le diamètre de ce mobile.

9. La roue de roſette, & le rateau où elle engrène, doivent avoir à leurs circonférences des dents, qui permettent de faire un engrenage ſans lochement, & tout-à-fait clos ; afin que, quand on fait paſſer l'éguille de roſette d'une diviſion à l'autre, on puiſſe être aſſuré que le rateau a fait un chemin égal ; & comme ce n'eſt à l'ordinaire qu'en tâtonnant qu'on rencontre les nombres convenables, on trouvera ſans doute commode qu'on puiſſe les déterminer par notre compas. Pour cet effet, on placera les coulans ſur le nombre 30 de la Colonne des pignons de 6, en ſuppoſant qu'on veuille donner 30 dents à la roue de roſette ; & là, on prendra le diamètre de cette roue. Puis, ſans changer l'ouverture du Compas qu'on aura obtenue, on montera les coulans autant que le diamètre du rateau l'exigera pour qu'il puiſſe y être compris ; & en obſervant le nombre auquel ces coulans ſeront arrêtés, on donnera ce nombre au rateau, diminué d'un unité ; autrement, les dents de la roue ſeroient un peu trop groſſes.

Mais

Mais quelquefois il arrive, que l'on a une roue de roſette à refaire, ſoit parce que l'engrenage avec le rateau n'eſt pas bon, ou qu'on eſt obligé de la faire plus grande ou plus petite ; en ce cas, & pour rencontrer le nombre qu'il convient de lui donner, fixez l'inſtrument de telle ſorte que trois pointes de dents du rateau ſoient meſurées par ſon calibre à pignon ; puis, placez les coulans de manière que vous ayez là le diamètre de la roue ; alors, le nombre de la colonne des pignons de 6 où les coulans s'arrêteront, ſera celui ſur lequel il conviendra de la faire fendre.

10. Il n'eſt pas indifférent de faire de groſſes ou de petites dents au rochet d'encliquetage de la première roue du petit rouage ; & il eſt eſſentiel que les horlogers indiquent eux-mêmes le nombre ſur lequel il convient de tailler les rochets, plutôt que d'en abandonner le ſoin aux fendeuſes. Pour cet effet, on ouvrira le Compas de manière que l'index de la règle ſoit ſur $4\frac{1}{2}$ lignes. Enſuite, on placera les coulans de telle ſorte qu'ils embraſſent exactement le diamètre du rochet que l'on veut faire tailler. Enfin, on fera fendre ce rochet ſur le nombre de la colonne des pignons de 6, qui ſera indiqué par le coulant. De cette manière, on aura des dents bien proportionnées & telles qu'il convient. On peut ſuivre la même règle pour tout autre rochet.

11. L'épaiſſeur de la lame d'un reſſort ſpiral de force & grandeur moyennes n'eſt pas moindre d'une 48e. de ligne ; celle d'un reſſort de barillet de 16 à 17 pouces de longueur, ſur une ligne & un tiers de hauteur, eſt communément d'une 12e. de ligne, ſoit quatre fois l'épaiſſeur du reſſort ſpiral ; & celle d'un reſſort de pendule, large d'un pouce, & long de 7 pieds, n'eſt que d'une 6e. de ligne, ſoit huit fois l'épaiſſeur du reſſort ſpiral. On voit par-là que l'épaiſſeur des lames ne ſuit point la proportion des grandeurs. Et en comparant des reſſorts faits pour des montres dont les calibres étoient de 14 & de 18 lignes de diamètre, je n'ai trouvé de différence entr'eux que dans la longueur & hauteur des lames, mais peu ou point dans leur épaiſſeur.

Puis donc que la largeur des lames eſt comme la hauteur intérieure du barillet ; ſi par le diamètre de celui-ci on peut connoître quelle

doit être la longueur du reſſort, rélativement au nombre de tours qu'il doit faire, tout ſera déterminé; car en preſcrivant la longueur du reſſort, & ordonnant que par ſon développement le barillet faſſe 5 tours ſelon l'uſage, l'épaiſſeur de la lame ſera donnée.

Pour avoir cette longueur dans tous les cas, on placera les coulans ſur le nombre 30 de la colonne des pignons de 6; on ouvrira le compas par la vis de rappel, juſqu'à ce que le diamètre du barillet ſoit contenu entre les coulans; & conſidérant les lignes de la règle comme autant de pouces, on aura, par la quantité que l'index en indiquera, le nombre de pouces à donner au reſſort qui doit entrer dans le barillet meſuré.

La quantité d'acier qui entre dans le barillet ne pouvant être augmentée au-delà de ce que donne cette meſure, on ne peut rien obtenir de plus; mais ſouvent l'on obtient moins, quand on n'en fait pas uſage. Car il faut remarquer, que les faiſeurs de reſſorts n'ont pour la plûpart d'autre règle à cet égard que le tâtonnement; ils eſſayent un reſſort dans le barillet qui leur eſt donné, & s'il ne fait pas les tours requis, ils n'ont d'autre moyen que de l'accourcir; ce qu'ils ne peuvent faire que de deux manières, ſavoir, en le rognant par le centre, ou par la partie extérieure. Le premier de ces expédiens ſeroit le meilleur. Mais comme le reſſort eſt déja roulé lorſqu'ils l'eſſaient, il ne leur reſte plus de choix; & ils l'accourciſſent par la partie extérieure; ce qui tend à lui faire perdre une aſſez grande partie de ſa force.

Pour s'en convaincre, on n'a qu'à répéter cette expérience déja connue: Prenez deux reſſorts, de même longueur, hauteur, & épaiſſeur; en ſorte que le barillet où on les ajuſtera (que je ſuppoſe de ſix lignes de diamètre) faſſe exactement 5 tours, par le développement de l'un & de l'autre de ces reſſorts. Retranchez un demi-pouce au centre de l'un des deux; ôtez une quantité double à la partie extérieure de l'autre. Et vous verrez que par le développement de ces reſſorts, il n'en réſultera qu'une même quantité de tours. Mais ces reſſorts ſeront inégaux dans leurs effets comme dans leur longueur; c'eſt-à-dire, que le plus court ſera auſſi le plus foible: D'où il faut conclure, que pour

n'être pas exposé à la mauvaise opération de ces accourcissemens de la part des ouvriers, il y a un avantage réel à leur prescrire la juste longueur que doit avoir le ressort. Si, de plus, il vient à se rompre, celui qui le remplacera étant de même longueur, hauteur & épaisseur, l'on pourra compter sur les mêmes résultats, pourvu que la trempe soit la même.

12. On voit souvent, même dans des montres assez bien faites, que les pivots des arbres du barillet, de la fusée, de la 1e. roue du petit rouage, & de la roue du centre, ne sont déterminés dans leur grosseur par aucune règle, & qu'on ne consulte point à cet égard le diamètre des calibres; quoiqu'il soit certain qu'un trop gros pivot fait perdre une partie de la force motrice.

Pour remédier à cet abus, & fournir aux ouvriers un moyen sûr de proportionner les pivots desdits mobiles aux efforts qu'ils ont à supporter, & ne leur laisser que ce qu'exige la solidité; on placera les coulans sur le chiffre 10½; & là, on prendra le diamètre de la roue de fusée; ce qui donnera par le calibre à pignon la grosseur de la tige où se fait le quarré. On mesurera à la même place le diamètre du barillet; puis celui de la 1e. roue du petit rouage; & l'on aura, soit par la règle, soit par le calibre à pignon, la grosseur des pivots de ces mobiles.

Le pivot de la 1e. roue du petit rouage étant donné par le diamètre de sa roue, on pourra faire celui de la roue du centre de même grosseur; & dans les montres simples où il n'y a point de petit rouage, on donnera à la tige de la roue du centre le quart de la grosseur du pignon: pour cet effet, il n'y a qu'à placer les coulans sur le chiffre 4; & là, mesurant le pignon dont il s'agit, on en aura le quart par le calibre à pignon, ou par la règle au bout des branches.

13. Par le moyen de ce compas, on peut avoir réciproquement le diamètre du cylindre par celui de la roue; ou le diamètre de la roue par celui du cylindre; & toutes les autres dimensions à donner aux deux mobiles qui constituent cet échappement.

En général, ceux qui s'exerceront dans le maniement de notre

compas, trouveront par ſon moyen toutes les meſures & les proportions dont ils auront beſoin, pour mettre d'accord entr'eux les différens mobiles de l'horlogerie, & les diverſes parties qui les compoſent.

14. Enfin, d'entre les avantages qu'il procure, celui de pouvoir tracer un calibre de montre ſimple ou à répétition, de manière que tous les mobiles qui le compoſent obtiennent le meilleur emplacement, & les proportions les plus exactes, eſt aſſurément bien précieux. Mais comme le plan des montres varie, ſelon la fantaiſie des Artiſtes, il convient de faire choix, entre tous ces plans, de celui qui paroît réunir le plus d'avantages.

D'abord, je hazarderai de répondre à une queſtion faite en différens tems, & qui ſe préſente ici naturellement; ſavoir, ſi dans cette diverſité de grandeurs dont on fait les montres, il n'y en a pas une à préférer pour les obtenir meilleures; ou ſi ce choix eſt indifférent.

L'expérience m'a appris que plus les montres ſont petites, comme, par exemple, celles de $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, que l'on met en bague, plus auſſi le reſſort moteur eſt puiſſant à proportion; & plus le régulateur par conſéquent peut être grand & peſant; l'on peut compter alors que l'inertie des roues ſe réduit à zéro.

Le régulateur, au contraire, d'une montre dont le calibre ſera de deux pouces de diamètre, comparé avec celui des petites montres, manifeſtera le peu de force qu'on peut eſpérer d'une fort grande piéce; & l'inertie des roues devient ici un objet de compte.

Si, par ce début, on concluoit que les petites montres ſont les meilleures, on ſe tromperoit; car la bonne exécution de ces petites machines devient infiniment difficile, pour ne pas dire impoſſible. C'eſt ici que les échappemens à repos ſont abſolument néceſſaires. L'on eſt contraint d'employer les pignons les moins nombrés; & de diminuer le diamètre des pivots, au-delà de ce que permet la matière qu'on employe.

Il eſt des amateurs pour qui la bonté d'une telle montre n'en fait pas le mérite; & qui eſtiment ce bijou à proportion de la difficulté que l'on éprouve à l'exécuter, & de la forme ſingulière qu'on aura

ſu lui donner. Mais ſi l'on veut principalement avoir égard à l'utilité, je crois devoir marquer ici qu'un calibre d'un pouce de diamètre n'eſt pas encore aſſez grand pour faire une bonne montre ; puiſqu'avec ce diamètre, les pivots deviennent fins au point de n'avoir pour groſſeur qu'environ une 24e. de ligne, ce qui eſt leur dernier terme de diminution. De plus, on ne peut faire uſage que des pignons de 6 aîles ; & ſi l'échappement eſt à roue de rencontre, comme le ſont la plûpart, la petiteſſe de cette roue ne permet qu'un petit nombre de dents ; ainſi l'on perd les avantages dont M. Romilly fait mention dans l'article *Frottement* que nous avons déja cité. » Il faut, dit-il, donner à la roue d'échappement le plus grand nombre qu'il ſe pourra. » 1°. Cette roue étant fort grande, on y pourra faire un grand nombre de dents, ce qui diminue les révolutions. 2°. Cette roue étant » bien nombrée, ſes dents tendent à être parallèles entr'elles ; & par » ce moyen l'action des dents ſur le rayon du cylindre ou palettes de » l'axe du balancier, rapproche de la ſimple pulſion ; ce qui donne » beaucoup de facilité, pour faire décrire l'arc de levée. 3°. Le frottement des pivots eſt moindre ſur une grande roue que ſur une petite. » 4°. Le recul dans l'échappement eſt en raiſon compoſée de la » directe des arcs que le balancier décrit, & de l'inverſe du nombre » des dents de la roue ; de même l'arc de repos eſt d'autant plus » grand que la roue eſt moins nombrée : d'où il ſuit, par le concours » de ces quatre cauſes, une diminution de frottement ſur l'échappement ſoit à repos ou à recul, objet le plus intéreſſant de toute » l'horlogerie. »

Un calibre de 12 lignes étant donc trop petit pour l'exécution d'une bonne montre, il convient de faire choix d'un plus grand diamètre, comme de 15 à 18 lignes. On peut dans ces grandeurs employer des pignons de 8, & même de 10 aîles ; nombrer la roue d'échappement depuis 15 juſqu'à 19 dents ; & compter ſur une aſſez grande quantité de force motrice, pour qu'on ne ſoit pas obligé de diminuer le diamètre des pivots au-delà de ce qu'exige la matière.

Dès que toutes les conditions qui conſtituent un bon ouvrage peu-

vent être obſervées, au moyen d'une certaine grandeur, il eſt inutile de chercher d'autres meſures; & l'on doit s'en tenir à celle-là.

Quant à l'emplacement & aux dimenſions des mobiles, je donne la préférence au calibre tracé de manière que le barillet ſoit de la hauteur de la cage; que la petite roue moyenne paſſe ſous la roue de fuſée, & par-deſſus la roue du centre; & que tous les petits pignons ſoient d'égale groſſeur.

Ce choix eſt fondé 1°. ſur ce que, par l'expérience, j'ai toujours trouvé plus de force dans le reſſort moteur; c'eſt ce dont il eſt aiſé de trouver la cauſe.

Un calibre de 16 lignes de diamètre, dont le pignon du centre ſera de 12 aîles, & de 20 $\frac{1}{2}$ douzièmes de ligne de groſſeur, ne laiſſera pour le diamètre d'un barillet fait de la hauteur de la cage que 85 $\frac{3}{4}$ douzièmes de ligne; encore faut-il retrancher de ce diamètre la largeur de la chaîne, que j'évalue $\frac{1}{4}$ de ligne, ſoit 3 douzièmes. Ainſi, toute réduction faite, le diamètre du barillet reſtera à 82 $\frac{3}{4}$ douzièmes.

La hauteur des piliers étant ſuppoſée de deux lignes, on pourra eſtimer la hauteur intérieure du barillet à 19 douzièmes de ligne; en évaluant l'épaiſſeur de ſes fonds, & ſes jours avec les platines, à 5 douzièmes.

Si le barillet paſſoit par deſſus le pignon du centre, il auroit pour diamètre tout le rayon de la platine, moins ce qu'il faut retrancher pour la largeur de ſa chaîne, & pour ſon paſſage avec la tige de la roue du centre, dont nous pouvons eſtimer le rayon à $\frac{3}{12}$ de ligne de grandeur. Nous aurons donc en tout 5 douzièmes à retrancher des 96 douzièmes, qui font le rayon de la platine: ainſi le diamètre de ce barillet aura 91 douzièmes de lignes. Quant à ſa hauteur intérieure, elle ſera moindre que celle du barillet dont nous venons de parler, de l'épaiſſeur de la roue de fuſée, qu'on ne peut eſtimer au deſſous de 5 douzièmes de ligne, y compris ſes jours avec la platine & le barillet.

Voyons maintenant quelle ſera la longueur des deux reſſorts qui doivent occuper le vuide de ces deux barillets: Nous aurons pour le reſſort le plus court & le plus haut 18 pouces & $\frac{1}{4}$, ſoit 219 lignes, & 20 pouces pour le plus long & le plus bas, ſoit 240 lignes.

Nous avons vu ci-deſſus que les reſſorts peuvent être ſenſiblement de même épaiſſeur, & ne différer qu'en hauteur & longueur. Ainſi, en multipliant la longueur de ces deux reſſorts par la hauteur de leurs lames, nous aurons 346 $\frac{1}{4}$ pour produit de 219 lignes multipliées par 1 ligne & $\frac{7}{12}$; & 280 pour produit de 240 lignes multipliées par une ligne & $\frac{1}{6}$. Celui donc qui donne le plus grand produit a le plus d'acier; il a conſéquemment plus de force; & doit être préféré, quand même on compteroit pour rien l'avantage qu'ont les lames larges ſur celles qui ſont étroites, de ſe rouler ſans ſe tordre.

2°. On ne peut faire uſage, pour les répétitions, de calibres où la petite roue moyenne paſſe entre le crochet de fuſée & le pignon de roue de rencontre, ou entre la roue de champ & la roue de fuſée. Cette conſtruction n'eſt même praticable dans les montres ſimples, qu'autant qu'elles ſeront d'une hauteur plus que moyenne. Je n'admets pas mieux la conſtruction qui fait paſſer cette roue ſous celle du centre; parce que ſon engrenage avec le pignon de roue de champ ayant lieu très près du pivot, la juſteſſe de ſon trou eſt bientôt détruite.

L'emplacement de la petite roue moyenne entre la roue de fuſée & celle du centre, a l'avantage de fixer ſon engrenage aſſez au deſſus du pivot de la roue de champ, pour laiſſer à ſon pignon un tigeron paſſablement long; & ſi l'on a ſoin de faire le pont qui reçoit le pivot de la petite roue moyenne auſſi haut que le cadran le permet, la roue ſera ſuffiſamment éloignée de ſon pivot; par ce moyen, l'on obtiendra ce qu'il y a de bon dans les autres conſtructions, & l'on n'en aura pas les inconvéniens. D'ailleurs, toutes les montres, hautes ou baſſes, ſimples ou à répétition, peuvent être faites ſur ce plan.

Enfin, la poſition de la petite roue moyenne ainſi fixée, l'on pourra tenir la potence plus haute qu'aux autres calibres, de l'épaiſſeur d'une roue plate : ce qui fait un objet aſſez conſidérable ſur le diamètre de la roue de rencontre; puiſque, par ce moyen, on peut en augmenter le nombre des dents, ou au moins exécuter l'échappement avec plus de facilité.

3°. Nous avons déja fait voir dans la 1re. partie de ce Mémoire, quel

eſt l'avantage d'avoir tous les petits pignons de même groſſeur ; outre que l'exécution en eſt plus aiſée, ils plaiſent à l'œil, ainſi que les dentures, par leur uniformité. Mais il faut obſerver que, ſelon cette diſpoſition, les roues doivent être différemment nombrées ; c'eſt-à-dire, que la roue du centre, au diamètre de laquelle on n'a pas aſſez d'égard, rélativement aux petites roues qui la ſuivent, doit être chargée d'un plus grand nombre de dents ; tellement que ſi les trois roues qui précédent une roue d'échappement de 13 dents, ont enſemble 159 dents, on en donnera 64 à la roue du centre, 50 à la petite roue moyenne, & 45 à la roue de champ : ce qui produira 17333 vibrations au balancier. On remarquera à l'égard d'un calibre de rouage à répétition, qu'il ne faut pas faire les dernières roues trop petites ; car, par-là, on s'éloigneroit du but qu'on ſe propoſe, de modérer ſa courſe avec un nombre de dents donné.

Pour rendre cette vérité ſenſible à ceux qui n'en ont pas fait l'expérience, je propoſe, dans un petit rouage, 78 dents à diſtribuer ſur les trois dernières roues, engrenant dans des pignons de 6. Selon la pratique de pluſieurs, on donneroit 32 dents à la première, 25 à la ſeconde, & 21 à la dernière. Au lieu que, ſi on fait ces trois roues d'égale grandeur, & de 26 dents chacune, il réſultera de la multiplication des révolutions des pignons autour de leurs roues deux produits différents ; & l'on trouvera, ſelon cette dernière méthode, environ $3\frac{1}{2}$ tours de plus au dernier pignon pour une révolution de la 1e. de ces trois roues. Or comme les deux roues qui précédent celles-ci ont pour l'ordinaire, l'une 42 dents, & l'autre 34 ; (7) le pignon engrené par la ſeconde de ces roues fera $39\frac{2}{3}$ tours pour un tour de la première ; & ce nombre multiplié par $3\frac{1}{2}$ exprimera la ſomme des tours que fera de plus le dernier pignon, au moyen de cette égale diſtribution des nombres ; ce qui donnera environ 139 tours.

Voyons maintenant quel uſage nous pouvons faire du compas de proportion

(7) L'on peut donner auſſi à cette roue le nombre 36, comme nous l'avons fait dans la Table qui termine ce Mémoire.

proportion pour tracer un calibre tel que nous venons de l'expoſer. Il ſuffit d'en tracer quelques-uns avec cet inſtrument, pour être au fait de la manière dont on peut l'appliquer à telle conſtruction de calibre qu'il plaira d'imaginer, non-ſeulement de montres, mais auſſi de cadratures, &c.

Calibre de Montre ſimple.

PLACEZ les coulans ſur le chiffre 88 de la colonne des pignons de huit; ou ſur 110 de celle des pignons de 10; ou ſur 132 de celle des pignons de douze; & là, prenant le diamètre du calibre que vous aurez à tracer, la règle au bout des branches & le calibre à pignon vous donneront la groſſeur du pignon du centre, ſelon que vous le voudrez de 8, de 10 ou de 12 aîles, en ſuppoſant cinq révolutions autour de la roue qui doit le conduire.

Mais ſi on veut que le pignon ne faſſe que 4 ou 4 $\frac{1}{2}$ révolutions; en ce cas, pour chaque demi-révolution, deſcendez les coulans d'autant de points qu'il y a d'aîles au pignon; & vous aurez également en meſurant le diamètre du calibre entre les coulans, la groſſeur du pignon du centre, indiquée par la règle de l'inſtrument & par ſon calibre à pignon. Si, par exemple, on vouloit un pignon de 12 aîles au centre, conduit par une roue de 48 dents; & qui ne fît, par conſéquent, que 4 tours pour un de la roue; il faudroit, pour en obtenir la groſſeur, que le diamètre du calibre fût meſuré entre les coulans placés ſur le chiffre 108, au lieu de 132, & ainſi des autres.

La groſſeur du pignon du centre étant tracée ſur le calibre, l'eſpace que doit occuper le barillet eſt déterminé; en le faiſant de la hauteur de la cage, il aura ſon centre entre le pignon ſuſdit & le bord du calibre, l'eſpace pour le paſſage de la chaîne étant réſervé.

Enſuite, ſuppoſant que le pignon en queſtion eſt de 10 aîles, & de 5 révolutions, placez les coulans ſur 57 $\frac{1}{2}$ de la colonne des pignons de 10; & ouvrez le compas, en enfonçant une pyramide entre les coulans, juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit parvenu à la meſure

qui indique la groſſeur du pignon ; puis, regardant ſur la pyramide combien il y a de lignes, & de douzièmes de ligne indiquées ; & prenant avec un compas la moitié de la quantité trouvée, vous la marquerez par un trait ſur le calibre, pour que le centre de la roue de fuſée s'y rencontre, & que l'engrenage avec ſon pignon ſe trouve fait. Après quoi, vous deſcendrez les coulans ſur le chiffre 50 de la colonne des pignons de 10 ; & enfonçant de même une pyramide entre les coulans, juſqu'à ce que la groſſeur du pignon ſoit indiquée par la règle, vous aurez alors le diamètre de la roue de fuſée ; vous le prendrez avec un compas ſur l'échelle ; & le tracerez ſur le calibre, de manière qu'il atteigne le diamètre du barillet. Par ce moyen, cette roue ſera ſi bien ſituée, qu'étant d'engrenage avec ſon pignon, ſa circonférence s'étendra juſqu'au bord du calibre.

La roue de fuſée & le barillet étant poſés, prenez le diamètre de celui-ci entre les coulans placés ſur le chiffre 6, où le mot *barillet* eſt écrit ; puis, deſcendez les coulans ſur le chiffre 5, & enſuite ſur le chiffre 3 ; vous aurez au premier de ces deux chiffres le diamètre de la baſe de la fuſée ; & au ſecond, celui du ſommet, que vous tracerez ſur la roue.

Comme l'arbre de fuſée eſt, dans les montres de moyenne grandeur, à-peu-près auſſi gros que l'axe du pignon du centre, meſuré où l'engrenage ſe termine ; il ſuit de cette obſervation, que le diamètre de la roue du centre ne doit pas excéder celui de la roue de fuſée. On le tracera donc égal à celui-ci : cependant, lorſque l'axe du pignon du centre excédera la groſſeur d'une ligne, on pourra joindre cet excédent au diamètre de ſa roue.

Ces trois mobiles ainſi fixés, il s'agit d'aſſigner la place aux petites roues, & de trouver la groſſeur de leurs pignons. Pour cet effet, & en ſuppoſant qu'on veuille donner 13 dents à la roue d'échappement, & 17333 vibrations au balancier, les petits pignons étant de 6 aîles ; on placera les coulans ſur le nombre 64 de la colonne des pignons de 6, lequel indique le nombre de dents qu'on doit donner à la roue du centre ; & là, meſurant le diamètre de cette roue, la groſſeur des petits pignons ſera indiquée par la règle, & donnée par le calibre à pignon.

Enſuite on cherchera la diſtance qui doit ſe trouver entre le pignon de la petite roue moyenne & la circonférence de la roue du centre; ce qu'on obtiendra, en montant les coulans ſur 67 ½; & en y enfonçant la pyramide, juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit à la meſure déja connue des petits pignons. Après quoi, l'on procédera pour l'emplacement de cette roue, comme on a fait pour marquer le centre de la roue de fuſée; c'eſt-à-dire, que l'on prendra ſur l'échelle avec le compas la diſtance entre les coulans, qui eſt indiquée par la pyramide; puis, l'on marquera par un point la place du pignon à égale diſtance de la roue de fuſée & de celle du centre.

Pour continuer enſuite l'opération, l'on prendra le diamètre de la petite roue moyenne, en ouvrant de nouveau le compas de proportion à la groſſeur des petits pignons, après avoir placé les coulans ſur le chiffre 50 de la colonne des pignons de 6; l'intervalle des deux coulans donnera le diamètre de cette roue, que l'on tracera ſur le calibre.

Enfin, pour indiquer où doit ſe trouver l'axe du pignon de roue de champ, on procédera comme il a été dit à l'égard de la petite roue moyenne & de la roue du centre; puis, le calibre de l'inſtrument étant ouvert à la groſſeur des petits pignons, on deſcendra les coulans ſur le chiffre 45; la pyramide placée entre ces coulans donnera le diamètre de la roue de champ, que l'on tracera ſur le calibre, de manière que la circonférence de cette roue en atteigne le bord.

Mais il ne ſuffit pas, pour tracer un calibre, de régler ce qui concerne les pignons & les roues; il faut encore pourvoir au régulateur, ſoit balancier, dont le diamètre dépend de la puiſſance motrice qu'on peut eſpérer d'une grandeur de calibre, & d'une hauteur de piliers données.

Pour déterminer la hauteur des piliers par le compas de proportion; on placera les coulans ſur les chiffres de la colonne des pignons de 12, qui ſont indiqués dans la Table ci-après, pour chaque grandeur de calibre; & le diamètre de la platine étant exactement pris entre les coulans, l'on aura par le calibre à pignons la hauteur cherchée.

TABLE.

Calibres ou Platines.		*Chiffres de la colonne des pignons de 12, où devront être placés les coulans.*
De lignes. 12	— Placez les coulans sur le chiffre	140
—	¼	137
—	½	134
—	¾	131
13	—	128
—	¼	125
—	½	122
—	¾	120
14	—	118
—	¼	116
—	½	114
—	¾	112
15	—	110
—	¼	108
—	½	106
—	¾	105
16	—	104
—	¼	103
—	½	102
—	¾	101
17	—	100
—	¼	99
—	½	98
—	¾	97
18	—	96

Telles sont les hauteurs que je donne à mes piliers, selon le différent diamètre des calibres que j'ai occasion de tracer.

Lorsque le pignon du centre est donné, on sait aussi quel doit être exactement le diamètre du barillet; & par là même, la longueur du

reſſort qu'il doit contenir; comme nous l'avons expliqué au N°. 11. Or, on peut, ſans erreur ſenſible, partir de ce point : qu'un reſſort de 14 pouces, convenable au barillet d'un calibre de 12 lignes de diamètre, aura 7 deniers de force ſur une fuſée de 6 tours, ſelon l'eſtimation faite par le levier gradué de M. Berthoud, appliqué au quarré de ce mobile. Et lorſque la grandeur du barillet ſera telle que l'inſtrument indique un $\frac{1}{2}$ pouce à donner de plus au reſſort, on trouvera la force motrice augmentée d'un denier; & toujours d'autant juſqu'à la meſure de 20 pouces. Cette meſure, dans un barillet de 7 lignes $\frac{2}{3}$ de diamètre extérieur, devra donner 19 deniers, par le même levier appliqué ſur la fuſée, que je ſuppoſe de juſte grandeur.

Quand les reſſorts ne donnent pas ces réſultats, mais qu'ils ſont plus foibles, il faut les refaire; puiſqu'il eſt poſſible à la rigueur de les obtenir à un degré de force encore plus grand.

Or en partant du balancier de la montre de comparaiſon donnée par M. Berthoud, dont le diamètre eſt de 10 lignes, le poids de 7 grains, l'arc de levée de 40 degrés, les vibrations au nombre de 17333, qui eſt mis en mouvement par une force motrice de 18 deniers, la fuſée développant un tour de chaîne en 5 heures; en partant, dis-je, d'un tel balancier, on peut ſavoir quel doit être le balancier de telle autre montre ſemblablement conſtruite, mais dont le calibre ſeroit plus petit. Pour cet effet, & pour la commodité de ceux qui ne ſeroient pas exercés dans le calcul, j'ai marqué la quantité dont il faut diminuer, pour chaque denier, le diamètre du balancier de la montre de comparaiſon, comme ci-après :

Force motrice.	*Diamètre du balancier.*
18 deniers . . .	120 douzièmes de ligne, ſoit 10 lignes.
17	$117\frac{1}{4}$
16	$114\frac{1}{2}$
15	$111\frac{3}{4}$
14	109-
13	$106\frac{1}{4}$
12	$103\frac{1}{2}$
11	$100\frac{3}{4}$
10	98-
9	$95\frac{1}{4}$
8	$92\frac{1}{2}$
7	$89\frac{3}{4}$

On obſervera que ſi on élève, ou qu'on abaiſſe les piliers au-delà des meſures preſcrites, il faudra pour une douzième de ligne de changement, augmenter ou diminuer le diamètre du balancier d'une huitième de ligne, & même d'une ſixième.

La grandeur du balancier étant ainſi déterminée par la connoiſſance de la hauteur des piliers, de la longueur du reſſort & de ſa force; ſi vous voulez en trouver le centre, poſez une règle ſur le calibre, de manière qu'en joignant la circonférence de la roue de champ, elle partage le trou du centre; & menant un trait le long de cette règle, marquez-y un point à telle diſtance du pignon du centre, que le talon de potence en ſoit iſolé; ce ſera là que le balancier doit être planté.

Au revers du calibre, on tracera les roues de minutes & de cadran. Mais il faut obſerver, qu'ici, les roues ſont menées par les pignons; & que, rélativement à cette fonction, les pignons doivent être plus gros que lorſqu'ils ſont menés par les roues; ſi donc, nous donnons, ſelon l'uſage, 10 aîles au pignon de chauſſée, 8 à celui de la roue de minutes, 30 dents à cette roue, & 32 à celle de cadran; au lieu de placer les coulans ſur les chiffres qui repréſentent le nombre des dents des roues, pour obtenir leur grandeur, on les baiſſera de deux points, en les plaçant ſur 28 & ſur 30.

Les coulans étant donc ſur le chiffre 28 de la colonne des pignons de 10, on ouvrira le compas juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit à la groſſeur qu'on ſe propoſe de donner au pignon de chauſſée, ce qui eſt aſſez arbitraire; alors on paſſera une pyramide entre les coulans, pour ſavoir quel doit être le diamètre de la roue de minutes. Cela fait, & ſans changer l'ouverture du compas, on montera les coulans de deux points, ſur le chiffre 30 de la même colonne des pignons de 10; & le diamètre contenu entre les coulans ſera celui de la roue de cadran, que l'on prendra, comme celui de la roue de minutes, par une pyramide.

Veut-on avoir le diamètre du pignon de 8, par lequel cette roue doit être menée? On la meſurera entre les coulans placés ſur le chiffre 30 de la colonne de ces pignons-là; & le calibre à pignon donnera la groſſeur cherchée.

Comme il n'y a que deux centres pour ces quatre mobiles, leurs engrenages doivent ſe trouver faits l'un par l'autre. Il ſuffira donc, pour cela, de fixer la diſtance à laquelle la roue de minutes doit être du centre; ainſi, l'on montera les coulans de 7 $\frac{1}{2}$ points au-deſſus du nombre 28, où cette roue a été meſurée; puis, on ouvrira le compas juſqu'à ce que l'index de la règle marque la groſſeur du pignon de chauſſée; la moitié de la diſtance qui ſe trouvera entre les coulans, priſe avec la pyramide, ſera l'intervalle des deux centres de ces mobiles; on la prendra par un compas ſur l'échelle, pour l'indiquer ſur le calibre; & ſi l'on y trace auſſi la grandeur des roues & des pignons, l'on aura tout ce qui concerne les minuteries. (8)

(8) Comme les ouvriers n'ont point de règle pour la hauteur des pièces qui doivent être placées immédiatement ſous le Cadran, ſavoir, les Ponts, les Chevilles, les roues d'heure, de quantième, &c. voici par quel moyen ils peuvent être dirigés à cet égard, & être aſſurés qu'ils profiteront de toute la place que donne la concavité du Cadran: Prenez avec le compas un rayon de cercle qui ait 2 pouces & demi; coupez une carte dans ſa longueur, par un arc que vous tracerez avec ce Compas; les deux parties de cette carte ſerviront de meſure pour le degré de concavité & de convexité du cadran, qui conviendra à une platine de 12 lignes de diamètre.

Ainſi un rayon de 2 $\frac{5}{2}$ pouces ſera pour

Afin d'être assuré que le faiseur de mouvement ne changera pas la grosseur des pignons, il sera bon de faire des trous au calibre, dans lesquels les pignons devront entrer sans jeu ni gène; de même que des trous pour les pivots d'arbre de fusée, de barillet & autres. Si, de plus, l'on faisoit des entailles sur le bord du calibre pour indiquer la hauteur des piliers, & le diamètre des roues & du balancier; ce ne seroit que mieux. Par cette précaution, la plus petite irrégularité ne pourroit échapper à la connoissance du finisseur.

Calibre pour les rouages de Répétition à roue de rencontre.

En supposant qu'on a procédé à l'égard des mobiles, qui entrent dans la construction des montres simples, de la manière prescrite ci-dessus, le calibre d'un rouage de répétition sera à moitié fait; il ne s'agira que de loger les roues du petit rouage, & de fixer le centre du balancier: Or voici comment on y parviendra.

Mesurez le diamètre du calibre entre les coulans placés sur le chiffre 11; puis, descendez-les sur le chiffre $3\frac{1}{4}$; cette mesure, marquée sur le calibre, sera la distance où doit être du centre la tige de la première roue du petit rouage. Prenez ensuite avec le compas ordinaire le demi-rayon du calibre; & depuis le trou du pivot de la roue de champ, croisez le trait donné dès le centre du calibre; le point où ces deux traits se rencontreront sera le centre de la première roue, dont vous trouverez le diamètre par le compas de proportion, en plaçant les coulans sur le chiffre 42 de la colonne des pignons de 6, après avoir pris avec le calibre de l'instrument le diamètre que vous voulez donner à vos pignons, qui seront tous de même grosseur.

Au

un calibre de	12 lignes.
$2\frac{5}{8}$	13
$2\frac{3}{4}$	14
$2\frac{7}{8}$	15
3	16
$3\frac{1}{8}$	17
$3\frac{1}{4}$	18

On remettra les deux portions de cette carte à l'Emailleur. La partie convexe réglera la concavité du cadran; & la partie concave servira à donner à la couche d'émail une courbure égale & gracieuse.

Au rayon de cette première roue, ajoutez la quantité qui doit la ſéparer du centre du pignon auquel elle engrène, comme nous l'avons expliqué au N°. 8, & vous aurez le centre de la ſeconde roue. La ſeule obſervation à faire en marquant ce point, c'eſt de s'éloigner de la roue du centre de tout le rayon du pignon de la ſeconde roue. Puis, vous tracerez cette roue, après en avoir pris la grandeur, au moyen des coulans placés ſur le chiffre 36 de la colonne des pignons de 6.

Vous prendrez enſuite le diamètre des trois dernières roues entre les coulans placés ſur le chiffre 26 de la même colonne; & vous indiquerez par un point tout près de la ſeconde roue, le centre de la 4e., en l'éloignant aſſez du barillet pour qu'elle puiſſe tourner ſans y toucher.

Cela fait, vous marquerez par un trait de compas, en ſuivant toujours la même méthode, à quelle diſtance doit être de la ſeconde roue l'axe du pignon de la 3e.; vous en ferez autant depuis le centre de la 4e., pour décider l'intervalle qui doit ſe trouver entre ſon pignon & la 3e. roue; alors, vous aurez pour centre de cette 3e. roue le point où les deux arcs ſe couperont.

Pour avoir l'emplacement de la 5e. roue, donnez avec la même ouverture de compas depuis le centre de la 4e. roue un trait entre la 3e. roue & le barillet; & poſez cette 5e. roue ſur ce trait, tellement que, d'une part, elle ſoit aſſez éloignée du barillet pour que la chaîne ne puiſſe y toucher; & que, de l'autre, elle ne déborde pas la petite platine. Enfin, l'on marquera le centre du pignon de délai, à la diſtance convenable & de la 5e. roue & du barillet.

Quant à la poſition du balancier; ſi vous meſurez le calibre entre les coulans placés ſur le chiffre 52 de la colonne des pignons de 6, le calibre à pignon vous donnera la diſtance à laquelle le pivot du balancier doit être du centre; & vous le marquerez par un point placé entre les circonférences de la petite roue moyenne, & de la ſeconde roue du petit rouage.

Enfin, pour placer les piliers, le rayon du pignon du centre meſurera la diſtance où ils devront être du bord du calibre; en obſervant que les deux piliers, entre leſquels ſe trouve la roue de fuſée, en ſoient

peu éloignés ; d'un côté, parce que la petite roue moyenne & la longueur du grand marteau l'exigent ainſi ; & de l'autre, parce que l'entrée du pouſſoir dans la grande platine eſt aſſez près de la fuſée. Le 3e. pilier ſitué vers le barillet, doit être entre ce mobile & le pignon de délai. Le 4e. aura ſa place auſſi près qu'il ſe pourra de la 3e. roue du petit rouage.

On pourra ſuivre de point en point l'inſtruction ci-deſſus pour des rouages où la roue d'échappement aura 13 dents ; mais ſi elle en a 15 ou 17, &c. les révolutions des pignons diminueront à raiſon de ce qu'il y aura moins de dents aux roues qui les mènent ; les pignons deviendront plus gros ; les centres des mobiles s'éloigneront ; & dès lors, la place manqueroit pour loger toutes les roues, ſi l'on vouloit que leurs pignons fuſſent tous de même diamètre. En ce cas, il faut, au moyen du compas de proportion, tirer deux groſſeurs de pignons ; l'une, comme ſi la roue d'échappement ne devoit avoir que 13 dents ; l'autre, pour une roue d'échappement de 15 ou 17 dents, ſelon le nombre qu'on lui donnera. La première de ces groſſeurs, ſera celle de tous les pignons du petit rouage ; la ſeconde, celle de tous les pignons du grand rouage. Moyennant cette précaution, il n'y a rien à changer à la méthode indiquée.

Calibre pour les rouages de Répétition à cylindre.

On procédera pour avoir le pignon du centre, le barillet, la baſe & le ſommet de la fuſée, avec ſa roue, comme il a déja été dit ; cela fait, meſurez le diamètre du calibre que vous aurez à tracer, entre les coulans placés ſur le chiffre 10 ; puis, ſans déranger l'ouverture du compas, deſcendez les coulans ſur le chiffre 4 ; & leur diſtance vous donnera le juſte diamètre de la roue du centre. Meſurez enſuite le diamètre de cette roue, entre les coulans placés ſur la colonne qui marque le nombre d'aîles que doivent avoir vos petits pignons, & ſur les chiffres de cette colonne qui expriment le nombre de dents que vous voulez donner à la roue ; vous aurez par ce moyen la groſſeur des petits pignons.

Il eſt à remarquer que, dans les calibres à roue de rencontre, on n'eſt pas obligé de réſerver une place pour ce dernier mobile, au lieu qu'il en faut une pour la roue de cylindre. Quoique la roue du centre ſoit plus petite dans les calibres à cylindre, on eſt obligé de la nombrer autant, & quelquefois plus, que celle d'un calibre à roue de rencontre; autrement, les pignons ſeroient d'une groſſeur telle, que ſelon le nombre de leurs révolutions, les diamètres de leurs roues correſpondantes s'étendroient beaucoup, & occuperoient une place trop conſidérable. Cette obſervation m'engage, par rapport au calibre dont il s'agit, en ſuppoſant 13 dents à la roue d'échappement, & 16810 vibrations au balancier, à charger de 66 dents la roue du centre, & de 46 chacune des deux ſuivantes, leſquelles engréneront dans des pignons de 6.

La roue du centre étant tracée; & connoiſſant par ſon diamètre & le nombre de ſes dents, quelle ſera la groſſeur des petits pignons; on fera ſon engrenage avec le pignon de la petite roue moyenne, ſelon la règle preſcrite. On fixera le centre de cette roue, à telle diſtance de la roue de fuſée, qu'il y ait $\frac{1}{3}$ de ligne d'eſpace entre les circonférences de ces deux roues. Enſuite, on fera, de même, l'engrenage de la petite roue moyenne avec le pignon de la roue ſuivante, dont on indiquera la diſtance par un trait de compas. Puis, on marquera la place de la roue de cylindre, par un point également éloigné des circonférences de la roue du centre, & de la petite roue moyenne. Enfin, dès ce point, avec une ouverture de compas, qui meſure la diſtance où l'axe du pignon de la roue de cylindre doit être de l'axe de ſa roue correſpondante, vous croiſerez le trait donné depuis le centre de la petite roue moyenne; & le point de concours de ces deux arcs, ſera la place où doit être fixée la roue qui précède celle d'échappement.

Les ſix premiers mobiles étant ainſi rangés, il reſte à trouver l'emplacement des roues du petit rouage; & comme il dépend de celui de la première roue, il s'agit de le rencontrer exactement. Pour cet effet, placez les coulans ſur le chiffre $9\frac{1}{4}$; & après avoir ouvert le compas

de manière qu'ils meſurent le diamètre du calibre, deſcendez les coulans, ſans changer l'ouverture de l'inſtrument, ſur le chiffre $3\frac{1}{2}$; marquez cette diſtance ſur le calibre, par un arc de cercle, tracé depuis le centre, ſur la place où vous jugez que doit être la première roue du petit rouage. Puis, en gardant toujours la même ouverture du compas de proportion, deſcendez les coulans ſur le chiffre $2\frac{5}{8}$; prenez avec la pyramide la diſtance que vous trouverez entre ces coulans; & depuis l'emplacement de la roue qui précède celle de cylindre, marquez cette diſtance par un trait de compas, qui coupe l'arc tracé dès le centre du calibre. La croiſée de ces deux traits ſera le centre de la première roue, dont vous figurerez la grandeur, comme le compas de proportion vous l'indiquera.

On procèdera pour la poſition des roues ſuivantes, comme nous l'avons fait à l'égard du calibre à roue de rencontre.

Quant au balancier; on ſait que ſon axe doit répondre à la circonférence même de la roue de cylindre, & auſſi près du centre du calibre qu'il eſt poſſible.

Pour faciliter l'exécution des calibres, en ce qui concerne les nombres à donner aux mobiles, on trouvera dans la Table ci-après, ceux dont on peut faire uſage à l'égard des trois roues qui précèdent celle d'échappement, ſelon que cette roue aura 11, 13, 15, 17 ou 19 dents, avec la quantité de vibrations que leſdits nombres feront battre au balancier. On pourra auſſi très-aiſément augmenter ou diminuer la ſomme des vibrations marquées, en ayant égard aux nombres réſultans, ſur la Table, de l'addition ou du retranchement d'une dent à chacune des trois dites roues; tellement que cette Table peut ſervir pour tous les cas. Je n'ai pas cru devoir indiquer les nombres qui conviendroient pour une roue d'échappement de 9 dents, eſtimant que ces roues valent encore moins que les pignons de 5 & de 6 aîles.

TABLE

TABLE

Où ſont indiqués les nombres dont on peut faire uſage pour procurer au Balancier 17 à 18 mille vibrations par heure.

Pignons de 6 7 8	Roue d'échappem. de 11 dents.			Roue d'échappem. de 13 dents.			Roue d'échappem. de 15 dents.			Roue d'échappem. de 17 dents.			Roue d'échappem. de 19 dents.		
	Vibrations			*Vibrations*			*Vibrations*			*Vibrations*			*Vibrations*		
	68	80	90	66	80	88	64	74	86	62	72	82	60	70	80
	52 17478,	60 17240,	68 16830,	48 17160,	54 17004,	64 17160,	45 17200,	52 16828,	60 17535,	42 17215,	50 17842,	56 17076,	42 17290,	49 17480,	54 17313,
	48	56	64	45	52	60	43	50	58	42	50	56	39	46	54
	Une dent de plus ou de moins à chacune des trois dites Roues changera la quantité des vibrations du Balancier de ce qui ſuit :														
	257	215	187	275	212	195	268	227	203	277	247	208	288	249	216
	336 957,	287 809,	247 697,	357 1013,	315 854,	268 749,	382 1050,	323 886,	292 797,	410 1097,	356 959,	305 818,	411 1141,	356 985,	320 856,
	364	307	263	381	327	286	400	336	302	410	356	305	442	380	320
	66	80	90	64	76	86	62	72	84	60	70	80	58	68	78
	52 17128,	58 16666,	66 16745,	50 17333,	58 17375,	64 17329,	48 17360,	56 17632,	60 17128,	46 17377,	52 17319,	58 17255,	44 17510,	50 17337,	58 17459,
	49	56	66	45	52	62	42	50	58	40	48	56	39	46	52
	Une dent de plus ou de moins à chacune des trois dites Roues changera la quantité des vibrations du Balancier de ce qui ſuit :														
	274	208	186	271	228	201	280	244	201	289	247	215	301	254	224
	329 952,	287 792,	253 692,	346 1002,	300 862,	270 750,	361 1054,	315 911,	285 781,	378 1101,	333 940,	297 820,	397 1147,	346 977,	301 860,
	349	297	253	385	334	279	413	352	295	434	360	308	449	377	335

Pignons de 6 7 8

Les nombres ci-deſſous ſont applicables aux cinq roues d'un petit rouage de Répétition.

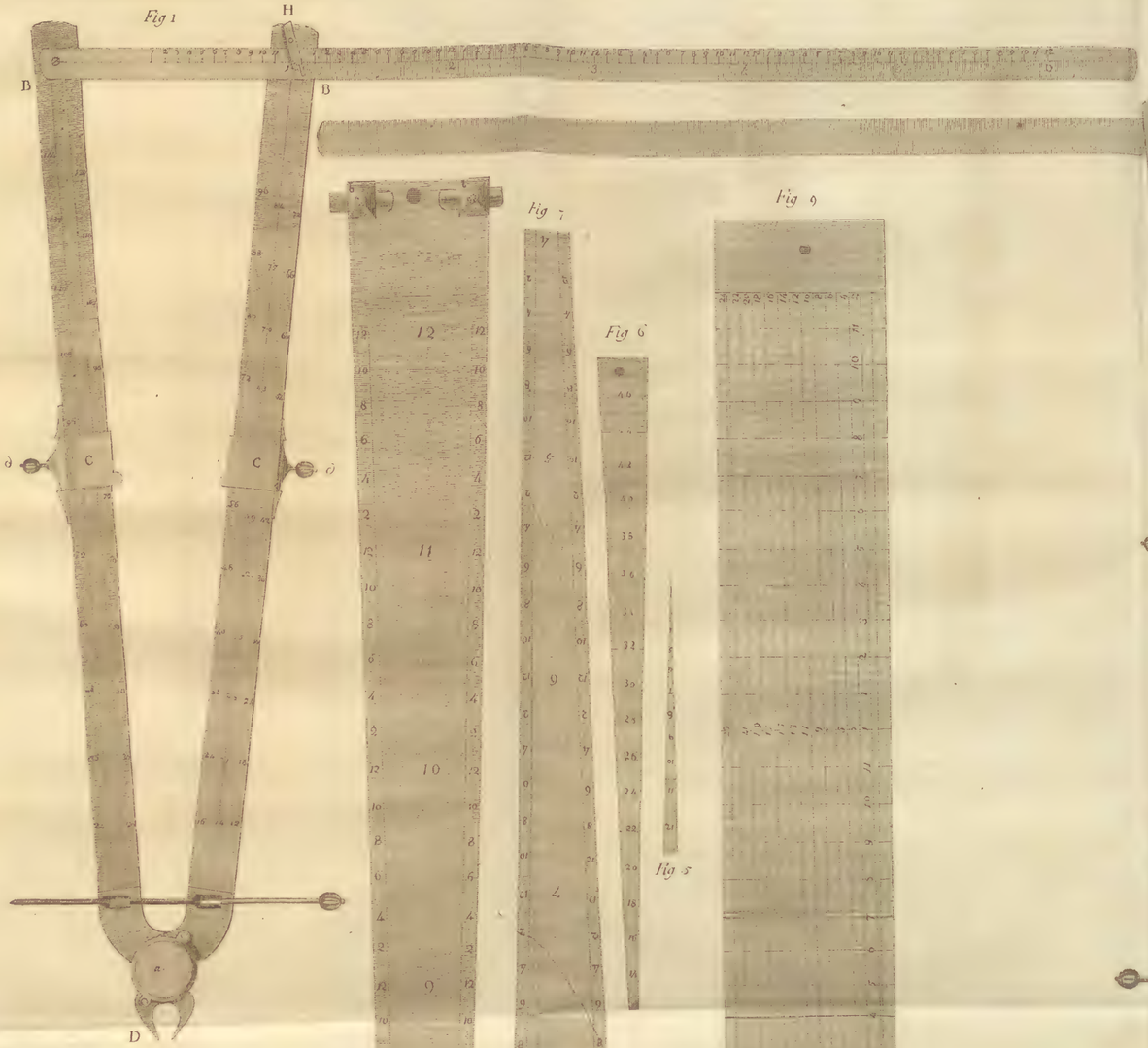
1e.	42	48	56
2e.	36	40	46
3e.	26	31	35
4e.	26	31	35
5e.	26	31	35

Une dent de plus ou de moins à chacune des cinq dites roues changera la quantité des révolutions du dernier pignon, de ce qui ſuit :

1e.	76	70	60
2e.	94	85	73
3e.	124	109	96
4e.	124	109	96
5e.	124	109	96

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

Fig 1



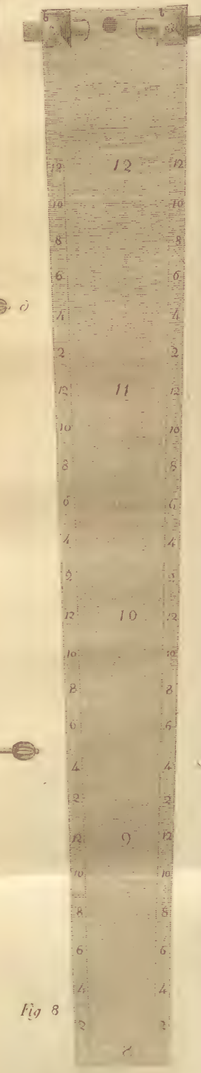


Fig 8

Fig 7

Fig 6

Fig 5

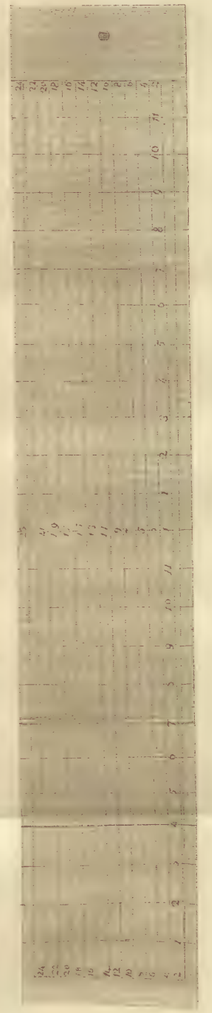


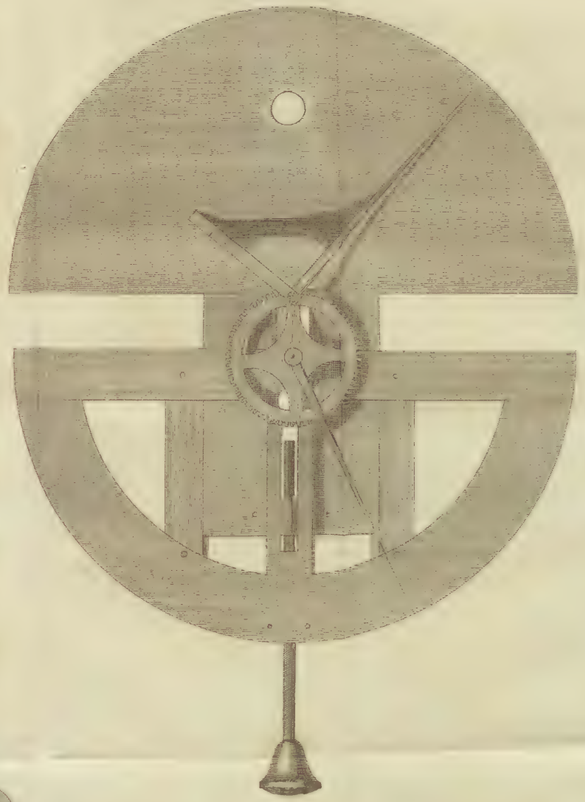
Fig 9

Fig 2

Fig 4

Fig 3

Fig 10



RAPPORT

De Meſſieurs AUBAN, CLAVEL, MASSOT, MELLY, PAUL, REYBAZ & TERROUX, *Commiſſaires nommés par le Comité des Arts, pour examiner un Mémoire de Monſieur* PREUD'HOMME, *Membre dudit Comité, ſur l'engrenage des roues & des pignons en horlogerie, & les inſtrumens qui l'accompagnent.*

CE Mémoire, après avoir été lu par tous les ſuſdits Commiſſaires ſéparément, a été relu & examiné de nouveau, avec le plus grand détail, dans pluſieurs conférences qu'ils ont eues enſemble à ce ſujet; afin que leurs ſoins répondiſſent, en quelque ſorte, à l'importance de l'ouvrage, & au travail de ſon Auteur.

Tous les Savans, qui ont écrit ſur cette partie de la Méchanique, tous les Horlogers qui réfléchiſſent ſur leur art, & ſont jaloux de ſa perfection, conviennent que la matière des engrenages eſt un des objets les plus dignes d'attention, & les plus difficiles dont on puiſſe s'occuper en horlogerie.

Ce n'eſt que par l'interpoſition de pluſieurs mobiles que le grand reſſort fait paſſer ſon action au régulateur; & cette action doit s'y tranſmettre avec le moins de perte qu'il eſt poſſible; afin que le balancier puiſſe être tenu plus grand, plus peſant, & plus propre, par conſéquent, à conſerver par ſon inertie la régularité de ſes mouvemens. C'eſt preſque là tout le ſecret de l'horlogerie; & ce ſecret n'eſt que la perfection même des engrenages.

Ces mobiles, interpoſés entre le reſſort & le balancier, ne peuvent pas être tous ſemblables; ils diffèrent néceſſairement entr'eux, & par

leur grandeur, & par le nombre de dents dont ils ſont pourvus. De-là naît la complication des règles ſur cette matière.

L'on voit au premier coup-d'œil, que plus un pignon fait de révolutions autour de la roue qui le mène, plus auſſi cette roue doit être grande; & que l'engrenage doit être d'autant moins profond que le pignon a plus de dents, & que la roue qui le pénètre a plus de grandeur. Mais, en examinant la queſtion de près, on voit que ces quantités n'ont rien d'arbitraire; & que le moindre écart ſenſible, en plus ou en moins, trouble dans ces mobiles l'uniformité de leur marche; conſume inutilement, au préjudice du régulateur, une partie de la puiſſance; & ſe fait appercevoir dans les vibrations du balancier, où aboutiſſent & ſe raſſemblent les diverſes inégalités du mouvement.

Il s'agit donc de trouver quelque règle fixe & commode en même tems, au moyen de laquelle on puiſſe déterminer avec une préciſion ſuffiſante, le diamètre des roues, pour un nombre quelconque de révolutions de leurs pignons autour d'elles; & la profondeur de l'engrenage, pour tout nombre dans le pignon, & pour toute grandeur dans la roue qui le mène.

Il exiſte déja quelques règles connues des Artiſtes, pour déterminer ces divers rapports; mais, outre qu'elles n'ont pas toutes le degré de juſteſſe néceſſaire, leur uſage exige une attention & des ſoins dont tous les ouvriers ne ſont pas capables; ces règles ſe ſont même altérées entre leurs mains; & pluſieurs d'entr'eux ſe permettent aujourd'hui ſur ce point délicat des meſures arbitraires, qui ne ſe rencontrent que par hazard avec les principes, & qui rendent les diverſes parties de leurs ouvrages peu d'accord entr'elles.

On ne peut donc que ſavoir beaucoup de gré à M. Preud'homme d'avoir tourné ſes vues de ce côté-là; & d'avoir ſubſtitué, pour le bien de l'art, & la commodité des Artiſtes, une méthode plus ſûre à celle qui leur ſert de guide.

Que l'on ne conſidère pas ſon Mémoire comme l'ouvrage d'un Géomètre, qui enviſage d'une manière abſtraite & générale la queſtion dont il s'occupe, qui tient compte des plus petits élémens, qui

n'avance aucune propoſition qu'elle ne ſoit appuyée ſur une démonſtration rigoureuſe, & qui forme ainſi des théories, plus faites ſouvent pour plaire à l'eſprit, que pour être d'une utilité véritable aux arts. C'eſt l'ouvrage d'un Praticien, qui, plein de zèle pour les progrès de ſa profeſſion, de conſtance pour vaincre les difficultés qui ſe préſentent, & de ſagacité dans l'invention des moyens propres à ce but, fait l'hiſtoire de ſes propres expériences, & ne décide rien que ſur la foi de ſes yeux, & ſur la garantie des excellens ouvrages qu'il conſtruit ſelon ſes méthodes: de ſorte qu'on peut comparer la plûpart des règles qu'il donne, à une ligne menée par des points aſſez éloignés les uns des autres, mais dont on auroit vérifié la poſition particulière.

L'on ne cherchera donc pas dans ce Mémoire des principes rigoureux pour de grands rouages, où l'on peut tenir compte de quantités qui diſparoiſſent quand il eſt queſtion des petites pièces de l'horlogerie. Les meſures qu'on y trouvera quant aux engrenages, pour cette application particulière de la Méchanique, ne doivent être enviſagées que comme des approximations plus ou moins grandes.

C'eſt vainement, en effet, que l'on prétendroit à une préciſion parfaite dans les ouvrages de l'art, où il s'agit de l'œil & de la main; trop d'accidentel s'y mêle, malgré tous nos ſoins; & nos organes, quelque déliés qu'on les ſuppoſe, ſont trop groſſiers, pour ne pas abſorber dans leurs écarts ces petites quantités, dans leſquelles on feroit conſiſter la perfection de la règle.

Auſſi M. Preud'homme, en Artiſte expérimenté, ne s'eſt point laiſſé décourager par l'extrême difficulté de fixer, dans l'ouvrage qu'il a entrepris, des quantités de cette nature. D'ailleurs, il n'a donné cet ouvrage que comme un eſſai; & quand même il ſeroit poſſible d'amener la pratique à une juſteſſe plus grande encore que celle qui réſulte de ſes procédés, on ne laiſſeroit pas de lui être redevable d'avoir perfectionné cette pratique, d'avoir excité l'eſprit des Artiſtes à réfléchir ſur une matière auſſi importante, & de leur avoir fourni les moyens de jetter un nouveau jour, s'il eſt poſſible, ſur ce point délicat de la Méchanique des montres.

Pour traiter, dans ſes points eſſentiels, tout ce qui concerne les engrenages, M. Preud'homme conſidère ſéparément la forme du pignon; le rapport de grandeur qui doit ſe trouver entre ce pignon & la roue qui le mène, ſelon le nombre de révolutions qu'il fait autour d'elle; la pénétration de l'engrenage pour tous les cas; & le moyen méchanique de donner à chaque denture la courbe d'où peut réſulter la menée avec uniformité.

Après avoir déterminé, dans les pignons, l'épaiſſeur qu'il convient de donner aux aîles, à raiſon de leur nombre; & avoir diſtingué ſoigneuſement la partie eſſentielle & fixe du pignon, appellée *rayon primitif*, ſur laquelle agit la roue depuis la ligne des centres, de la partie indéterminée & arrondie qui termine ſon *rayon total*, & ſur laquelle la roue n'agit qu'avant cette ligne; l'Auteur examine les effets qui réſultent d'un pignon trop gros ou trop petit dans ſon rayon primitif, rélativement à la roue qui le mène. Il prouve que ce vice dans la groſſeur du pignon ne ſauroit être réparé par une pénétration plus ou moins grande dans l'engrenage; & par le moyen de deux demi-cercles gradués, dont les centres, qui peuvent s'approcher, ſont occupés l'un par le pignon, l'autre par la roue, & tous deux munis d'une éguille, il conclut que le pignon n'aura ſa juſte groſſeur, que lorſque ces deux mobiles parcourront enſemble un nombre de degrés, qui ſera en raiſon inverſe du nombre de dents dont ils ſont pourvus.

Paſſant, enſuite, à la quantité dont les roues & les pignons de tout nombre doivent ſe pénétrer, pour former un bon engrenage; il conſidère d'abord cette queſtion, rélativement à des roues qui auroient leurs dents parallèles ſur un même plan, comme ſont les roues de champ; & dans ce cas, il proportionne uniquement la profondeur de l'engrenage au nombre des aîles du pignon, lequel nombre détermine combien l'engrenage doit lui faire parcourir de degrés pour chacune de ſes aîles.

Mais, comme il n'en eſt pas ainſi de la plupart des roues, & qu'elles ont leurs dents dirigées au centre ſur une courbe circulaire; cette conſidération néceſſite quelques modifications à la règle précédente, & renforce les engrenages d'une quantité qui croît à meſure que le diamètre des roues diminue.

L'Auteur s'eſt convaincu par l'expérience, que, dans un pignon de ſix aîles, la pénétration de l'engrenage formé avec la plus petite roue qu'on puiſſe lui approprier, doit être ſenſiblement des deux tiers de l'aîle, pour que l'arc de menée ait le nombre de degrés requis; & que le diamètre de cette roue, la plus petite poſſible, doit excèder d'une ſixième partie celui du pignon auquel elle engrène. Or, comme l'engrenage n'eſt que de la moitié de l'aîle, quand la roue eſt aſſez grande pour que ſon arc de menée puiſſe ſe confondre, ſans erreur ſenſible, avec la tangente de cet arc; ces deux cas extrêmes forment entr'eux une 6e. d'aîle de différence, c'eſt-à-dire, une 12e. de ligne, pour un pignon d'une ligne de diamètre; & voilà ſur quelle petite quantité roulent toutes les différences dans la pénétration de ces engrenages, depuis la plus petite roue juſqu'à la plus grande.

Cette 6e. partie de l'aîle, dans les pignons de ſix, forme ici une quantité conſtante, que M. Preud'homme ajoute au diamètre de toutes les roues, après avoir déterminé ce diamètre ſur le nombre de révolutions de leurs pignons autour d'elles. Cette règle étant poſée; il détermine réciproquement la groſſeur du pignon, pour un certain nombre de révolutions autour d'une roue de grandeur donnée.

La juſteſſe, ſoit dans le rapport des diamètres entre les roues & les pignons, ſoit dans la profondeur de l'engrenage, forme une condition néceſſaire pour l'uniformité de la menée; mais ce n'eſt-là encore qu'une condition préparatoire. Il faut, de plus, que la face de la dent qui mène ſoit tellement ſituée rélativement à la face de l'aîle menée, que le même rapport entre les leviers de ces deux mobiles ſe conſerve pendant tout le cours de l'engrenage: ce qui s'exécute, quant aux roues plates, en faiſant en ſorte que la face de l'aîle du pignon ſoit une ligne droite tendante au centre, & la face de la dent qui s'y applique une partie de la courbe, connue en Méchanique ſous le nom *d'Epicycloïde*; courbe qui eſt formée, dans ce cas, par un point quelconque de la circonférence d'un cercle égal dans ſon diamètre au rayon du pignon, & qui rouleroit ſur la circonférence de la roue. Quant aux mobiles qui ont leurs dents parallèles, comme la

roue de champ, c'eſt la ſimple *Cycloïde* qui réſout le problême d'uniformité dans la menée.

M. Preud'homme, ſentant bien l'impoſſibilité de tracer géométriquement cette courbe ſur les petites dentures des montres, a imaginé un moyen méchanique d'en approcher. Il conſidère, pour cet effet, qu'il ne ſuffit pas, par exemple, qu'une roue de 60 dents qui engrène dans un pignon de 6 aîles, ait parcouru exactement 6 degrés, quand elle en a fait parcourir 60 au pignon; mais qu'il faut que le même rapport d'un à dix exiſte dans tous les points de cette menée; & c'eſt-là ce que l'auteur effectue, au moyen de l'inſtrument gradué dont nous avons parlé, en limant la courbe de manière qu'elle rempliſſe à l'œil cette condition. Une ſeule dent ainſi figurée, peut ſervir de modèle pour toutes les autres, & indiquer la forme à donner aux limes, pour finir à l'outil toutes les dentures de roues ſemblables. Ces demi-cercles gradués, appliqués par l'Auteur à déterminer la groſſeur des pignons, & la courbe des dentures, deviennent ainſi un inſtrument précieux pour l'horlogerie.

Il eſt vrai que ce moyen, par lequel on établit fort bien un rapport conſtant entre les degrés que parcourt la roue, & ceux que parcourt le pignon dans les différens points de la menée, ne fait pas néceſſairement que cette menée ſoit auſſi facile dans toute ſon étendue, & qu'elle employe de la part de la puiſſance une force toujours égale; mais c'eſt beaucoup qu'on puiſſe lever, par cette épreuve, une partie de l'arbitraire qui a lieu ſur ce point dans la pratique. Qui ſait même ſi, dans des courbes ſi petites, une méthode plus rigoureuſe pouvoit ajouter quelque choſe à leur perfection?

M. Preud'homme auroit beaucoup fait ſans doute, en approfondiſſant en Artiſte toutes ces queſtions rélatives aux engrenages; en faiſant ſentir les vices attachés à la licence que ſe donnent à cet égard beaucoup d'horlogers; en dégageant la pratique de conſidérations trop ſubtiles, qui, ne pouvant être d'aucun uſage pour les ouvriers, les autoriſent, quoique mal-à-propos, à abandonner même les principes utiles auxquels elles ſont liées; en tirant d'une théorie épineuſe

des règles ſimples & commodes ; & en ſe permettant peut-être à ce ſujet de légers écarts, pour en prévenir de plus conſidérables chez les Artiſtes. Mais c'étoit-là trop peu pour le zèle & les talens de M. Preud'homme. Les principes que le raiſonnement & l'expérience lui ont indiqués comme les meilleurs, il leur a donné une conſiſtance inaltérable, en les appliquant à la diviſion d'un inſtrument, l'un des plus ingénieux, des plus étendus, & des plus utiles dont puiſſe ſe glorifier l'horlogerie. De ſorte que ceux-là même, qui ne ſeroient pas en état de ſaiſir les principes de l'Auteur, peuvent en faire une application facile & journalière à leurs ouvrages, au moyen de l'outil qu'il leur met en main.

Cet outil, d'une forme ſimple & élégante, étend ſes diviſions depuis 3 pouces juſqu'à la 384e. partie d'une ligne, que ſon calibre meſure avec la dernière préciſion.

Il détermine méchaniquement la grandeur des roues pour les pignons, dont le nombre, la groſſeur & la quantité de révolutions ſont données ; & réciproquement, pour une roue donnée, la groſſeur du pignon qu'elle doit mener, à raiſon du nombre de ſes aîles. Il fixe même, avec autant de facilité que d'exactitude, la diſtance qui doit ſéparer chaque roue de ſon pignon, pour que leur engrenage ſe trouve parfait.

Mais la propriété de cet inſtrument, la plus heureuſe ſans doute & la plus neuve, c'eſt celle qui eſt étrangère à l'objet du Mémoire ; ſavoir, de ſervir en même tems de compas de proportion, pour tracer, ſelon la meilleure ordonnance, des calibres de montres de toute grandeur, depuis les montres à bague juſqu'à celles de caroſſe.

Pour étendre encore l'uſage de cet inſtrument en horlogerie, ſon Auteur l'a rendu propre à déterminer la longueur du grand reſſort, & à fixer le rapport qui doit ſe trouver entre les deux diamètres de la fuſée & celui du barillet, pour obtenir une chaîne qui ſoit toujours de juſte grandeur.

Enfin, cet inſtrument peut tenir lieu de compas de proportion, pour obtenir toutes ſortes de meſures, & de rapports entre les gran-

deurs ; il peut ſervir, entr'autres, à calibrer les pivots des montres, ſelon les proportions qu'exige la délicateſſe plus ou moins grande des derniers mobiles.

Le Comité ſentira, d'après ce rapport, mieux que nous ne pourrions l'exprimer, tout le prix du travail de M. Preud'homme, les éloges qu'il mérite, l'honneur qu'il fait au corps d'Artiſtes dont il eſt membre, & la reconnoiſſance que lui doivent ceux qui exercent l'art de l'horlogerie & qui s'intéreſſent à ſes progrès.

Tout ce que nous ajouterons ici, c'eſt que ſon inſtrument ne ſauroit être trop tôt connu des Artiſtes, ni trop familier entre leurs mains ; & que notre Société ne ſauroit mieux faire, ſelon nous, que d'enrichir ſes Actes du Mémoire qu'il a ſoumis à notre examen.

EXTRAIT
DES RÉGISTRES DU COMITÉ DES ARTS.

Du 23 Mars 1778.

LECTURE faite du Rapport qui précède, & M. Preud'homme retiré, le Comité a réſolu de lui donner, ſoit ici, ſoit dans l'aſſemblée générale, tous les éloges dont la Commiſſion l'a jugé digne ; en lui témoignant le regret de ne pouvoir joindre une médaille à ce tribut d'approbation & de reconnoiſſance, & en lui rappellant la loi que le Comité s'eſt faite de n'en décerner à ſes Membres dans aucun cas. Il a été arrêté de plus, de faire imprimer le Mémoire de M. Preud'homme, avec le Rapport de la Commiſſion, aux fraix de la Société.

M. Preud'homme rappellé, M. le Préſident lui a adreſſé des éloges & des remercimens conformes aux ſuſdites réſolutions ; & M. le Miniſtre Reybaz, rédacteur du Rapport, s'eſt chargé de le lire à la prochaine aſſemblée générale.

Expédié en faveur de M. Preud'homme.

Signé PH. ROBIN, Secretaire.

DESCRIPTION

D'UNE

MACHINE

DESTINÉE

A ſéparer l'Or & l'Argent des terres & ſcories, par le moyen de la *Trituration* & de l'*Amalgame*;

INVENTÉE

Par Monſieur le Baron **DE CHASTEL,**

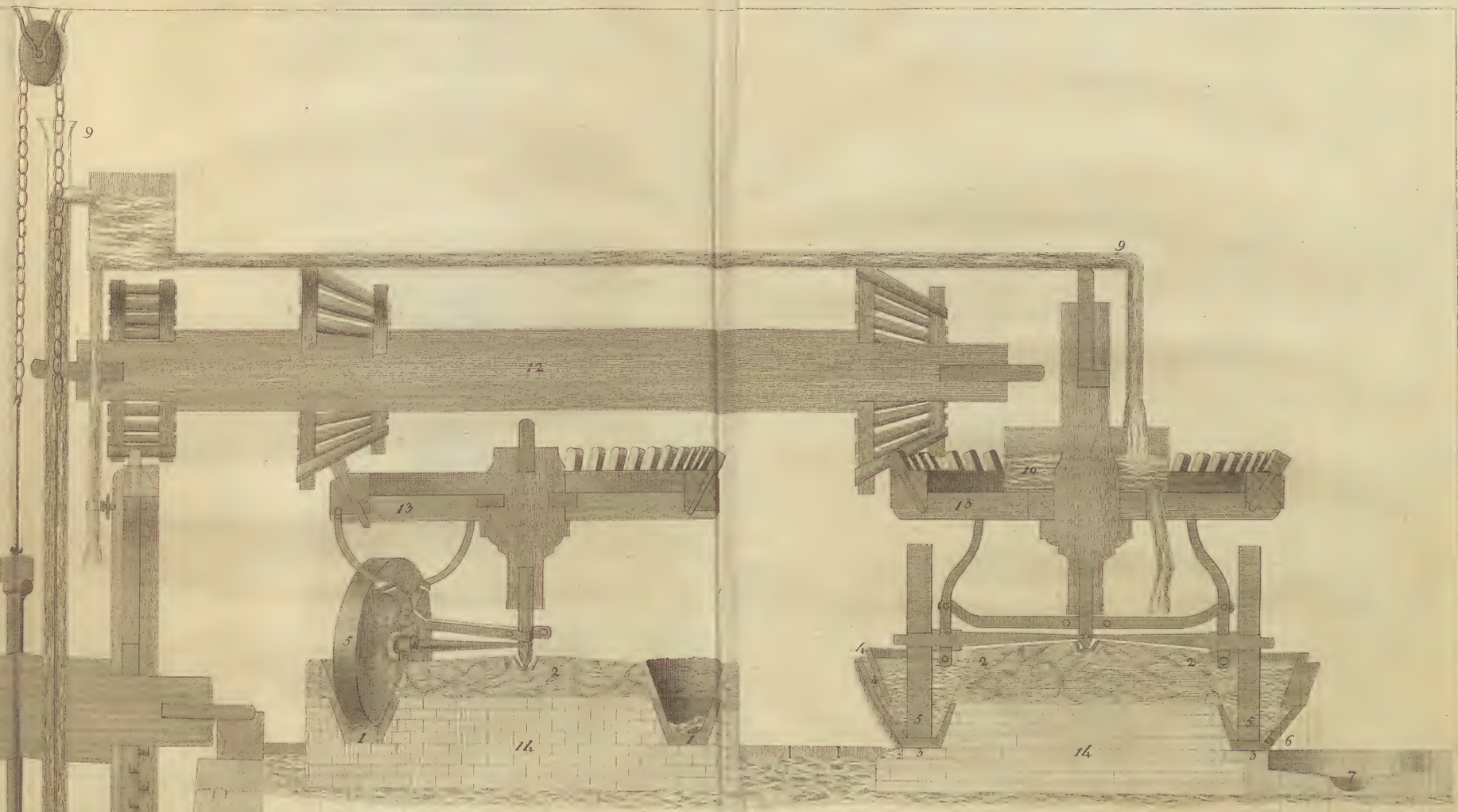
Citoyen de Genève, Capitaine d'Artillerie au ſervice de SA MAJESTÉ *IMPÉRIALE & ROYALE APOSTOLIQUE.*

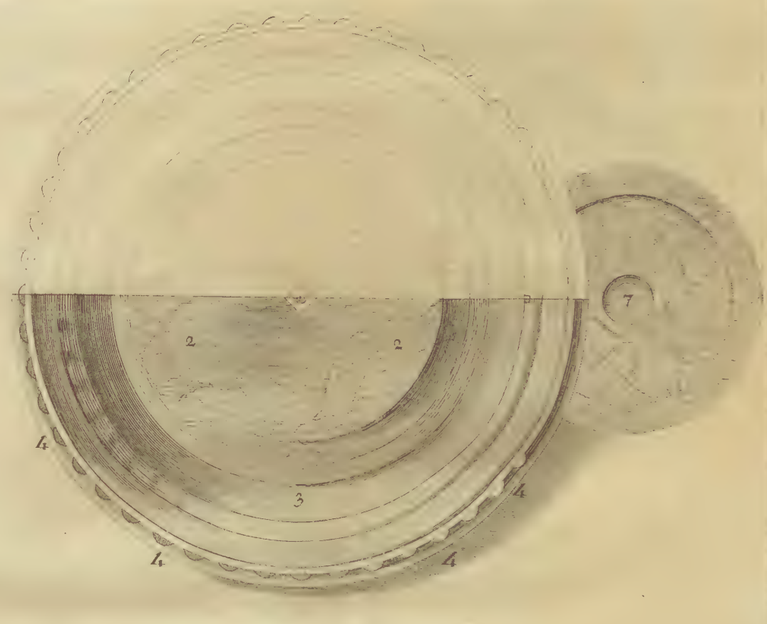
Et conſtruite à S. Jean, près de Genève, dans les moulins de l'Inventeur, en 1779.

TOUS les corps dont on veut dégager l'or ou l'argent qu'ils contiennent, doivent être pilés dans le baſſin de fer n°. 1, & la poudre dans laquelle ils ſont réduits, doit être tamiſée dans un tamis fin qui ne donne paſſage qu'à des grains de la groſſeur du mil; ce qui eſt trop groſſier doit ſubir de nouveau l'opération, juſques à ce que la pouſſière baignée d'eau faſſe une pâte. L'on en place ſucceſſivement les morceaux ſur le noyau de roche n°. 2; d'où ils ſont inſenſiblement entraînés dans le baſſin de fer fondu n°. 3, par l'eau qui vient du réſervoir n°. 10, & ſe vuide en circulant avec la roue à dents n°. 13, c'eſt dans le baſſin n°. 3 que l'on met le mercure, c'eſt-là que s'opère l'amalgame dans un bain d'eau, par la révolution de deux rouleaux ſolides de fer n°. 5,

que la roue à dents n°. 13 met en mouvement. Les parties les plus légères, & qui, par conſéquent, ne contiennent aucun métal, ou du moins n'en contiennent que très-peu, ſurnagent, & montent pour ſortir par les trous n°. 4; mais afin que le mouvement imprimé à l'eau par la révolution du rouleau ne ſoulève pas à la ſurface des parties métalliques; le baſſin de fer eſt conſtruit d'une manière évaſée, & qui donne un repos au fluide vers le milieu de ſa hauteur. Le fin s'amalgame au fond du baſſin, & lorſque le mercure eſt aſſez chargé, on ouvre le trou n°. 6; l'amalgame tombe dans le baſſin n°. 7; on le paſſe à la peau pour ſéparer le fin du mercure; & le creuſet fait le reſte.

Cette ſimple explication paroît ſuffire à établir le prix de cette machine & ſes avantages; nos Artiſtes les ont ſentis; ils économiſent le tems dans le rapport de 1 à 8, obtiennent une plus grande quantité de fin de leur lavure; & d'après les expériences faites ſur les *regrets de lavure* par MM. Tingry & Roux, membres des Comités, ils ſont ſûrs de n'y laiſſer que la moitié de ce qu'ils y laiſſoient dans les anciens moulins à lavure. Auſſi s'eſt-on déja empreſſé d'établir dans notre ville deux autres moulins d'après les principes de M. De Chaſtel; l'avantage général ſera le même; mais peut-être cela devroit-il faire penſer à l'aliment que les Anglois ont ſu donner à l'induſtrie par l'octroi de privilèges *à tems*, & dont la durée fut en porportion des peines & des dépenſes de l'inventeur: En attendant que cela puiſſe avoir lieu, notre Société s'empreſſera toujours à payer le tribut de ſes éloges & de ſa reconnoiſſance à ceux qui voudront bien lui communiquer leurs inventions utiles; & elle l'offre à M. le Baron De Chaſtel, que ſes lumières & ſes talens dans les méchaniques & l'artillerie ont déja ſi avantageuſement diſtingué. Ses travaux en ce genre lui ont valu l'attention particulière & les récompenſes les plus flatteuſes de LL. MM. II.; la derniere invention dont nous venons de rendre compte, accueillie de tous les Artiſtes, l'a été d'une manière très-déſintéreſſée par M. Jaques Greſſet, qui, quoiqu'inventeur lui-même d'une machine analogue, a été un des premiers à reconnoître la ſupériorité de celle qui eſt l'objet de ce Mémoire.





Toise Pouce

Deſcription des Pièces.

N°. 1. Baſſin de fer où ſe jettent les corps qui doivent être pilés.

2. Noyaux de roche qui repoſent ſur les baſſins de fer 1 & 3.

3. Baſſin de fer fondu, à évaſement oblique, & où ſe fait la trituration d'amalgame.

4. Grand cercle de fer fondu, percé de trous circulaires, par leſquels les parties légères ſortent avec l'excèdent de l'eau du baſſin.

5. Rouleaux de fer fondu, qui roulent dans le baſſin N°. 3, & font l'amalgame.

6. Tampon de bois qui ferme le trou par où ſort le mercure après l'amalgame.

7. Baſſin qui reçoit le mercure amalgamé.

8. Grande roue qui eſt la force motrice de toute la machine par le mouvement que lui donne l'impulſion du Rhône ſur lequel elle eſt placée.

9. Pompe qui élève l'eau pour la conduire dans le baſſin N°. 10.

10. Baſſin qui reçoit l'eau de la pompe, & la diſtribue ſur le roc N°. 2, par le moyen d'un canal qui ſuit la roue N°. 13 dans ſa circulation.

11. La grande roue à dents qui communique le mouvement à l'arbre N°. 12.

12. Le grand arbre qui, par les deux lanternes conoïdes tronquées, met en mouvement les roues N°. 13.

13. Les roues à dents qui communiquent le mouvement circulaire aux rouleaux de fer N°. 5.

14. Maſſonnerie générale.

EXTRAIT MORTUAIRE DE GENÈVE,

Pour les années 1778 & 1779.

RÉDIGÉ

POUR LA SOCIÉTÉ DES ARTS,

Par LOUIS ODIER, D. M.

TOUT ce qui peut intéreſſer l'utilité publique & contribuer aux progrès de l'économie politique étant du reſſort de la Société, elle croit devoir ajouter à chaque volume de ſes Mémoires un réſumé des Extraits mortuaires de Genève pour chaque année. Perſonne n'ignore quel parti l'on peut tirer de ces ſortes de Tables pour le calcul de la probabilité de vie, pour celui des rentes viagères ſur une ou pluſieurs têtes, pour évaluer les différences de population, déterminer la marche des épidémies, apprécier les diverſes cauſes de mortalité, &c. Ce n'eſt qu'en accumulant les connoiſſances de ce genre qu'on peut parvenir à diminuer l'influence de ces cauſes; & quelque aride que puiſſe paroître au premier coup-d'œil ce travail, la Société ſe flatte qu'à la longue, il en réſultera quelque avantage, tant pour ceux qui ne cherchent qu'à ſatisfaire leur curioſité ſur tous ces objets, que pour ceux qui, animés par des vues plus généreuſes & plus patriotiques, cherchent dans les cauſes mêmes des maux qui affligent l'humanité, les différens remèdes dont ils ſont ſuſceptibles. C'eſt avec cette eſpérance qu'elle a chargé l'un de ſes Membres de rédiger les liſtes mortuaires des

années 1778 & 1779 de la manière la plus convenable, pour pouvoir en déduire des conſéquences utiles, en les comparant avec celles des années ſubſéquentes qu'elle ſe propoſe de publier auſſi, & avec celles qui ont été déja publiées en d'autres pays dans leſquels on a ſenti depuis long-tems l'importance & l'utilité de pareilles collections.

Pour remplir, autant qu'il lui ſera poſſible, les vues de la Société à cet égard, le Rédacteur croit ne pouvoir mieux faire que de préſenter au public le rôle des morts de ces années ſous deux points de vue différens, rélativement à l'âge & au ſexe, & rélativement aux maladies qui les ont emportés. La première de ces deux Tables, continuée pendant une longue ſuite d'années, ſeroit ſur-tout utile aux économiſtes & aux financiers. La ſeconde intéreſſeroit plus directement les médecins, & ſerviroit à déterminer avec une ſorte de préciſion les rapports qu'il peut y avoir entre les variations ſenſibles de l'athmoſphère & les épidémies ; mais la manière néceſſairement inexacte dont ſe font nos liſtes mortuaires, ſur-tout quant à la dénomination des maladies, ne permet point de faire aſſez de fonds ſur leur fidélité à cet égard, pour oſer garantir toutes les conſéquences qu'on pourroit en tirer.

Rôle des Morts à Genève ſuivant les âges.

Pour les Années 1778 & 1779.

	1778.		1779.		
Age.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
nés morts.	30.	20.	31.	22.	103.
1 mois.	50.	50.	36.	49.	185.
3 mois.	16.	12.	18.	12.	58.
6 mois.	11.	8.	10.	14.	43.
9 mois.	6.	16.	8.	5.	35.
1 an.	8.	14.	5.	13.	40.
2.	20.	24.	17.	16.	77.

	1778.		1779.		
Age.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
3.	11.	11.	6.	8.	36.
4.	11.	11.	9.	5.	36.
5.	11.	6.	7.	6.	30.
6.	5.	8.	4.	4.	21.
7.	3.	5.	7.	1.	16.
8.	5.	5.	2.	4.	16.
9.	2.	2.	3.	2.	9.
10.	5.	2.	2.	1.	10.
15.	12.	6.	9.	14.	41.
20.	13.	4.	11.	14.	42.
25.	11.	8.	18.	14.	51.
30.	6.	17.	9.	8.	40.
35.	9.	15.	7.	2.	33.
40.	16.	12.	17.	10.	55.
45.	14.	13.	22.	13.	62.
50.	9.	16.	21.	8.	54.
55.	15.	13.	13.	25.	66.
60.	16.	15.	19.	17.	67.
65.	12.	18.	17.	21.	68.
70.	21.	31.	20.	34.	106.
75.	16.	25.	13.	13.	67.
80.	11.	19.	7.	20.	57.
85.	9.	15.	12.	20.	56.
90.	5.	5.	3.	8.	21.
95.	—	—	3.	—	3.
Somme	389.	426.	386.	403.	1604.

Les calculs que l'on pourroit faire d'après cette Table, rélativement à la population, à la probabilité de vie & à la vie moyenne des différens âges, ne fauroient être parfaitement juſtes, quant à préſent; parce qu'on ſent bien que ce n'eſt que d'un grand nombre d'années à

la fois qu'on pout tirer des conſéquences exactes ſur tous ces objets, chaque année en particulier préſentant des différences conſidérables à cet égard, & s'écartant plus ou moins de l'année moyenne, ſoit par un effet du haſard, ſoit par celui des épidémies qui n'attaquent pas tous les âges indifféremment.

On peut remarquer cependant, & ces remarques ſe trouvent juſtifiées par toute la ſuite de nos Extraits mortuaires depuis le commencement du ſiècle ;

1°. Qu'en général la probabilité de vie des femmes eſt plus grande que celle des hommes, que cette différence commence même avant la naiſſance, puiſqu'il y a conſtamment un beaucoup plus grand nombre de garçons venus morts au monde que de filles, qu'elle ſubſiſte dans tous les âges de la vie ; mais que, tandis qu'elle eſt très-conſidérable à la naiſſance, elle va graduellement en diminuant juſqu'à la vieilleſſe, dans laquelle le ſexe n'influe point ſur la probabilité de vie.

2°. Qu'il y a très-peu de morts au-deſſus de l'âge de 90 ans, & point au-deſſus de 95. Il n'y a rien de plus rare en effet aujourd'hui que les vieilleſſes prolongées au-delà d'un ſiècle. Il n'en étoit pas ainſi autrefois : il y avoit peu d'années où il n'y eût ſur les bills de mortalité quelques centenaires. On auroit tort d'en conclure que la probabilité de vie étoit alors plus grande, ou qu'en général on vivoit plus long-tems. C'eſt préciſément le contraire ; & l'on a remarqué que ceci n'eſt point particulier à Genève, que dans les grandes villes où les cauſes accumulées de deſtruction diminuent conſidérablement la probabilité de vie, il y a plus de centénaires ou de vieillards qui en approchent, que dans les petites, proportionnément au nombre des habitans, quoique dans celles-ci la vie moyenne ſoit beaucoup plus longue. D'où vient cette différence ? Seroit-ce que les mêmes cauſes qui ruinent la ſanté des hommes en général, & font périr ſur-tout un grand nombre d'enfans, contribuent en même tems à fortifier le tempérament de quelques individus plus heureux qui leur réſiſtent, & à prolonger par-là la durée de leur vie au-delà des bornes ordinaires ?

3°. C'eſt une queſtion toujours intéreſſante dans l'hiſtoire d'un peuple policé, ſoit en morale, ſoit en politique, que de déterminer la proportion du nombre des célibataires à celui des gens mariés. Plus

elle eſt petite, & plus on peut dire que les mœurs de ce peuple ſont pures & honnêtes. Les nôtres à cet égard le ſont encore autant peut-être que par-tout ailleurs.

Sur 829 femmes mortes en 1778 & 1779, il y en a 393 qui n'avoient pas atteint l'âge de 20 ans, & dont aucune n'étoit mariée; 117 au-deſſus de l'âge de 20 ans qui n'étoient pas mariées; 164 qui l'étoient & qui laiſſoient leurs maris veufs; & 155 déja veuves elles-mêmes. La proportion des femmes célibataires aux mariées, à compter ſeulement de l'âge de 20 ans & au-deſſus, (car à Genève il eſt très-rare que les femmes ſe marient plus jeunes) eſt donc de 117 à 319, c'eſt-à-dire que ſur 11 femmes nubiles il n'y en a guère que 3 qui ne ſe marient pas. Je doute qu'il y ait aucun pays dans lequel le mariage ſoit plus honoré.

Toutes les ſaiſons ne ſont pas également meurtrières. Voici une Table du nombre des morts dans les différens mois de l'année.

Table des morts en 1778 *&* 1779.

Dans les différens mois de l'année.

	1778.		1779.		
Mois.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
Janvier	48.	47.	44.	30.	169.
Février	45.	40.	29.	37.	151.
Mars	29.	44.	34.	37.	144.
Avril	34.	33.	41.	38.	146.
May	26.	30.	24.	24.	104.
Juin	28.	37.	25.	38.	128.
Juillet	23.	25.	33.	23.	104.
Aouſt	29.	44.	37.	36.	146.
Septembre	36.	28.	23.	26.	113.
Octobre	31.	42.	39.	45.	157.
Novembre	28.	28.	31.	30.	117.
Décembre	32.	28.	26.	39.	125.
Somme	389.	426.	386.	403.	1604.

Il en eſt de cette Table comme de la précédente. On ne peut en tirer, quant à préſent, aucune conſéquence ſur laquelle il ſoit permis de compter. Ce n'eſt qu'à la longue, & en calculant ſur un grand nombre d'années à la fois qu'on peut ſe mettre à l'abri des irrégularités du haſard & des épidémies.

Enfin, quant aux maladies, les plus meurtrières à Genève, indépendamment des maladies épidémiques, ſont l'*Hydropiſie*, la *Phthiſie* & l'*Apoplexie*. La Petite-vérole l'eſt encore plus qu'aucune de celles-là, lorſqu'elle eſt épidémique; mais elle ne l'eſt pour l'ordinaire que de cinq en cinq ans. Je ne parle point des *Convulſions*, deſquelles nos liſtes marquent toujours un grand nombre d'enfans morts, parce qu'elles ſont preſque toujours l'effet de quelque autre maladie plutôt qu'une cauſe de mort bien diſtincte par elle-même. Je ne parle point non plus de la *Caducité* qui occupe une place conſidérable dans nos Extraits mortuaires, parce que le Viſiteur qui les rédige eſt accoutumé à marquer, morts de caducité, tous ceux qui meurent dans un âge avancé, quelle que ſoit la maladie à laquelle ils ſuccombent. En général, il y a peu d'enfans qui meurent de convulſions pures & ſimples, & peu de vieillards qui meurent vraiment de caducité; mais les maladies des uns & des autres ſont pour l'ordinaire ſi obſcures & ſi peu connues qu'il eſt impoſſible de les diſtinguer dans un bill de mortalité; & à moins de quelque cas très-particulier, on les comprend toutes ſous ces dénominations générales qui dans le fonds n'apprennent rien.

L'article des enfans *venus morts au monde* eſt aſſez exact; on y comprend, non-ſeulement ceux qui ſont à terme, mais encore ceux qui ſont le produit des fauſſes couches, ſi le fœtus eſt aſſez gros pour être enterré. Quant à ceux qui n'étant pas à terme ne vivent point à cauſe de leur petiteſſe & de leur foibleſſe, quoique nés vivans, on les déſigne dans les Régiſtres *morts manque de conſtitution*; & l'on ſent bien que dans cette dénomination, il y a toujours beaucoup d'arbitraire.

Pour ce qui eſt des épidémies, il y a peu de pays plus heureux que le nôtre à cet égard. Nous n'avons guères d'épidémie bien meurtrière

que celle de la *Petite-vérole*. Les viciſſitudes de la chaleur occaſionnent bien quelquefois chez nous des maladies inflammatoires, telles que les *Peripneumonies* au printems, & les *Miſéréré* en automne qui ont une apparence épidémique, & qui font périr quelques individus; mais le nombre n'en eſt jamais bien conſidérable. Celui des morts occaſionnées par les *fièvres* proprement dites, eſt plus grand; mais cependant il eſt toujours fort inférieur à celui des victimes de ces maladies dans les grandes villes. Nous ne connoiſſons guère dans ce pays que deux eſpèces de fièvre, la fièvre d'accès & la fièvre bilieuſe. La première n'eſt preſque jamais dangereuſe. La ſeconde eſt une eſpèce de fièvre rémittente qui ſouvent dégénère en fièvre maligne par une ſorte de métaſtaſe ou de détermination topique au cerveau. Car les vrais Typhus, ceux que M. Pringle appelle la fièvre des priſons, qui ſont très-contagieux & qui portent dès le commencement des caractères évidens de malignité, ſont très-rares à Genève. La *Dyſenterie*, quoique quelquefois épidémique, n'occaſionne jamais chez nous un grand nombre de morts. C'eſt pour l'ordinaire une maladie aſſez bénigne & peu répandue. Les catarrhes qui ſont auſſi quelquefois épidémiques ici, comme par-tout ailleurs, au point d'attaquer preſque en même tems les deux tiers des habitans, n'emportent cependant qu'un très-petit nombre d'individus déja diſpoſés par la délicateſſe de leur poitrine à la phthiſie & à la peripneumonie. En un mot, la ſeule épidémie qui faſſe quelquefois de grands ravages chez nous, c'eſt la Petite-vérole, dont les retours périodiques ſont aſſez réguliers, & ſe font à-peu-près de cinq en cinq ans. Dans les intervalles, elle n'eſt pas toujours abſolument ſuſpendue; elle eſt même quelquefois aſſez abondante pour paroître épidémique, comme en 1778; mais cela tient à des circonſtances particulières dont je parlerai bientôt, & pour l'ordinaire elle eſt très-rare pendant les quatre années intercalaires. Les autres maladies éruptives, la *Rougeole* & la *Fièvre-rouge* ſont auſſi épidémiques; mais leurs retours ſont moins réguliers. Ces deux maladies ſont rarement bien dangereuſes en elles-mêmes; mais elles ſont ſouvent très-perfides par leurs ſuites, particuliérement la fièvre-rouge. Cette ma-

ladie, telle que nous la connoiſſons à Genève, n'eſt bien décrite nulle part. Elle eſt ſur-tout remarquable en ce qu'elle exige abſolument que dans leur convaleſcence les malades ſe tiennent renfermés pendant cinq ou ſix ſemaines, & qu'ils évitent avec le plus grand ſoin de s'expoſer à l'air. Quand ils manquent à cette précaution, ils courent le plus grand riſque de périr par l'anaſarque, l'oppreſſion ou la léthargie, qui ſont les effets ordinaires d'une pareille négligence. C'eſt un fait inexplicable peut-être, mais conſtaté par l'expérience. Une autre maladie épidémique qui emporte auſſi quelques individus, c'eſt la *Coqueluche*, mais elle n'eſt meurtrière, comme les catarrhes, que par le manque de ſoin & la diſpoſition particulière des malades qui la font dégénérer quelquefois en phthiſie.

Indépendamment des épidémies & des maladies endémiques, il meurt encore bien des gens par des *accidens*, parmi leſquels on range les morts volontaires. Soit que l'air de liberté qu'on reſpire dans les Républiques engendre plus aiſément la mélancholie & l'ennui de la vie, ſoit que la tolérance du Gouvernement à cet égard ne réprime pas ſuffiſamment ces excès, le ſuicide n'eſt point rare à Genève. Il y eſt plus commun peut-être qu'en Angleterre même. La grande quantité d'eau dont notre ville eſt entourée, qui par ſa limpidité invite tous les jeunes gens à s'y baigner en été fait auſſi que le nombre des *noyés* eſt aſſez conſidérable; & malheureuſement l'art de les reſſuſciter n'a point encore eu de ſuccès chez nous. Enfin l'on peut compter encore parmi les morts accidentelles, celles qui ſont produites par l'*Hydrocephale*. Cette maladie ſi peu connue, ſi mal décrite au moins juſqu'à préſent eſt cependant aſſez commune parmi les enfans; & pour l'ordinaire, comme l'a fort bien obſervé M. Fothergill, elle eſt la ſuite de quelque chûte ſur la tête.

Après cet expoſé, voici une liſte du nombre des morts occaſionnées en 1778 & 1779 par ces différentes maladies.

Rôle des morts en 1778 *&* 1779, *rangées ſuivant les maladies.*

	1778.		1779.		
Noms des maladies.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
Hydropiſie.	22.	65.	37.	60.	184.
Phthiſie. Langueur.	68.	73.	68.	82.	291.
Apoplexie. Paralyſie.	26.	22.	29.	24.	101.
Convulſions.	49.	53.	42.	54.	198.
Caducité.	18.	27.	23.	36.	104.
Nés morts.	30.	20.	31.	22.	103.
Manque de conſtitut.	14.	19.	14.	15.	62.
Petite-vérole.	40.	43.	12.	12.	107.
Rougeole.	2.	3.	4.	1.	10.
Fièvre rouge.	11.	4.	4.	1.	20.
Coqueluche	5.	3.	11.	10.	29.
Péripneumonie. . . .	9.	8.	4.	7.	28.
Colique inflammatoir.	8.	3.	6.	9.	26.
Dyſenterie.	1.	—	4.	7.	12.
Fièvre bilieuſe maligne . . .	26.	31.	35.	14.	106.
Noyés	4.	3.	10.	1.	18.
Autres accidens . . .	13.	8.	15.	2.	38.
Hydrocéphale	8.	5.	4.	9.	26.
Autres maladies . . .	35.	36.	33.	37.	141.
Somme . .	389.	426.	386.	403.	1604.

L'on voit par cette Table que les maladies les plus meurtrières ſont en effet les maladies de langueur, (provenantes de quelque ſuppuration intérieure dans la poitrine ou dans le bas-ventre) l'hydropiſie, l'apoplexie, & les fièvres bilieuſes & malignes. Il eſt poſſible que

plusieurs des morts marquées sous ces articles ne leur appartiennent pas. Rien n'est plus aisé, par exemple, que de confondre la phthisie avec l'hydropisie de poitrine, d'autant plus qu'il y a souvent une complication de ces deux maladies. Et quant aux fièvres, toutes celles qui sont marquées sur les Régistres ne doivent pas non plus être regardées comme des fièvres bilieuses & malignes. Il y en a beaucoup qui sont inflammatoires, & qui, comme causes de mort, devroient être rangées sous l'article des péripneumonies & des miserérés. Mais en général, ce sont là les principales sources de destruction dans notre pays.

Je range dans le dernier Article toutes les maladies égrenées, douteuses, ou qui ne valent pas la peine d'être inférées séparément. De ce nombre sont, en 1779, sept cas de cancer, sept de dentition, quatre de tétanos, quatre de la maladie noire, quatre de rétention d'urine, trois d'hernie, un de suite de couches, un de fièvre d'accès carotique, un de la maladie vénérienne, &c.; & en 1778, sept de cancer, sept de dentition, sept de gangrène, cinq de suite de couches, deux d'hernie, un de rétention d'urine, un d'hydrophobie, un de tétanos, un de l'opération de la taille, &c.

Quant aux épidémies, il y en a de deux sortes, 1°. celles qui sont produites par un miasme particulier, & qui sont assujetties à des retours plus ou moins réguliers, telles que la petite-vérole, la rougeole, la fièvre rouge & la coqueluche. Ce sont là les épidémies proprement dites. 2°. Celles qui tiennent plutôt aux vicissitudes de la chaleur, telles que les péripneumonies, les coliques inflammatoires, la dysenterie & les fièvres continues. Peut-être ces deux dernières tiennent-elles aussi à quelque miasme *sui generis*. C'est une question qui n'est point encore décidée: car il ne s'agit ici, je le répète, que d'une sorte de fièvre rémittente qui ne ressemble point au vrai typhus, qui ne paroît point contagieuse, & qui ne prend un caractère de malignité que par une détermination topique au cerveau. Quoi qu'il en soit, afin de mieux tracer les rapports qu'il peut y avoir entre le retour de ces maladies, & les variations sensibles de l'athmosphère, j'ai cru devoir dresser une Table qui indique le nombre des morts occasionnées par ces huit maladies dans les différens mois de l'année.

Rôle des Morts de maladies épidémiques dans les différens mois de l'année.

1778.

Mois.	Petite Vérole.	Rougeo	Fièvre rouge.	Coquel.	Infl. de poitrin.	Colique inflam.	Dyſent.	Fièvre contin.	Totalité
Janvier	4	—	—	1	3	1	—	7	16
Février	7	—	1	—	1	—	—	6	15
Mars	3	1	1	2	3	1	1	8	20
Avril	2	2	—	2	5	2	—	4	17
May	3	—	1	—	1	3	—	1	9
Juin	6	—	—	1	—	3	—	5	15
Juillet	6	1	—	—	—	1	—	1	9
Aouſt	8	1	1	1	—	—	—	7	18
Septembre	8	—	1	—	2	—	—	6	17
Octobre	22	—	3	—	—	—	—	4	29
Novembre	7	—	4	1	—	—	—	2	14
Décembre	7	—	3	—	2	—	—	6	18
Somme	83	5	15	8	17	11	1	57	197

1779.

Janvier	7	—	—	1	1	—	—	5	14
Février	—	—	—	2	4	1	—	4	11
Mars	—	—	—	—	3	1	—	1	5
Avril	3	—	2	—	1	2	—	2	10
May	2	1	—	—	—	—	—	2	5
Juin	—	—	—	—	—	—	—	7	7
Juillet	1	—	—	2	—	1	1	4	9
Aouſt	1	2	1	2	—	3	1	4	14
Septembre	3	2	—	—	—	4	1	5	15
Octobre	3	—	1	9	1	2	6	7	29
Novembre	2	—	—	3	—	1	—	6	12
Décembre	2	—	1	2	1	—	2	2	10
Somme	24	5	5	21	11	15	11	49	141

Il y a quelques remarques à faire ſur cette Table par leſquelles nous terminerons cet Extrait.

La petite-vérole, la rougeole, la fièvre rouge & la coqueluche ſont des maladies d'enfans; & la plupart de ceux qui en ſont morts n'avoient pas atteint l'âge de 2 ans. Or, il faut ſavoir qu'à Genève les enfans du peuple ſont preſque tous nourris dans quelque village de la Savoie, à une certaine diſtance de la ville, que là ils ſont en proie, non-ſeulement à tous les maux qu'occaſionnent la pauvreté & le manque de ſoins, mais encore à toutes les épidémies qui pour l'ordinaire font plus de ravage dans les campagnes qu'à la ville. Quand ils ſont morts ou mourans, on les rapporte à Genève pour y être enterrés; & le Chirurgien-Viſiteur qui dirige les enterremens les couche ſur ſon régiſtre. Cette conſidération ſuffit pour expliquer, par exemple, pourquoi la petite-vérole ayant été fortement épidémique en 1776 au point d'emporter plus de 200 perſonnes, il y a cependant encore, en 1778, 83 morts rangées ſous cet article dans le bill de mortalité. Y auroit-il donc eu un retour d'épidémie au bout de deux ans? Non: des 39 premiers morts de petite-vérole cette année, il y en a 30 qui l'avoient eue en Savoie, & qui, ayant été tranſportés en ville, ont bien pu occaſionner, par la communication de la contagion, non-ſeulement quelques petites-véroles ſporadiques pendant les huit premiers mois de l'année, mais encore une apparence d'épidémie dans les quatre derniers mois, pendant leſquels il en mourut 37 dans la ville même, la plupart cependant dans un quartier que l'épidémie de 1776 avoit épargné. C'eſt un exemple de ce qui arrive dans les grandes villes, où la petite-vérole eſt preſque toujours épidémique, mais dans des quartiers différens.

Concluons cependant de-là qu'il ſeroit bien à ſouhaiter qu'on ne mît point d'enfans en nourrice dans la campagne, ſans les avoir au préalable garanti par l'inoculation du danger de la petite-vérole. MM. les Directeurs de l'Hôpital devroient ſur-tout prendre cette précaution pour les enfans qui dépendent immédiatement de leurs ſoins. Ce ſont eux ſur-tout que l'on envoie par économie dans ces villages éloignés, où les épidémies en font périr un ſi grand nombre. Sur 24 morts de la même maladie en 1779, il y en a 16 apportés de la campagne.

J'en dis autant de la rougeole, de la fièvre rouge & de la coque-

luche. Sur 5 morts de rougeole en 1778, il y en a 3 qui étoient morts en Savoie, & les 8 morts de coqueluche la même année étoient tous dans le même cas.

La péripneumonie ou l'inflammation de poitrine eſt ſur-tout une maladie du printems, comme on le voit par la Table. C'eſt dans les premiers mois de l'année qu'il en meurt le plus. C'eſt l'hiver qui diſpoſe à cette maladie. C'eſt le froid continué pendant un certain tems qui l'occaſionne, ſur-tout dans la ſaiſon où les viciſſitudes de la chaleur ſont les plus fréquentes.

La chaleur de l'été ſemble à ſon tour diſpoſer plus particuliérement aux coliques inflammatoires & à la dyſenterie. Il y eut ſur la fin de l'été de 1779 une épidémie de ce genre très-marquée.

Quant aux fièvres, il paroît qu'il n'y a aucun mois de l'année qui en ſoit exempt, aucune ſaiſon qui y diſpoſe d'une manière plus particulière. Peut-être une longue ſuite d'Extraits mortuaires fourniroit-elle une concluſion différente. Deux années ſeules ne ſuffiſent point pour décider des queſtions de ce genre. Quoi qu'il en ſoit, les fièvres continues de ce pays n'ont point un caractère d'épidémie auſſi marqué que celles dont on trouve la deſcription dans les Auteurs de médecine, & qui font tant de ravage dans les grandes villes. A coup ſûr, elles ne ſont point auſſi contagieuſes.

CONSIDÉRATIONS
SUR LA
MÉTÉOROLOGIE,

Et réſultats d'Obſervations faites à Genève pendant l'année 1778.

Rédigées pour la Société des Arts,

Par M. A. PICTET.

ON fait à préſent preſque par-tout des Obſervations Météorologiques; les progrès de la Phyſique expérimentale ont fourni des inſtrumens propres à les rendre exactes & comparables, & les Sociétés ſavantes les conſignent dans leurs régiſtres comme un dépôt qui peut déja éclaircir divers points de Phyſique, mais qui ſera ſur-tout intéreſſant pour la poſtérité.

Si, comme on peut raiſonnablement le préſumer, les variations de l'athmoſphère ſont ſoumiſes à certaines périodes régulières ramenées par le retour des mêmes combinaiſons dans les circonſtances qui les ont produites, on ne peut eſpérer de découvrir ces retours, que par de longues ſuites d'obſervations exactes & aſſidues comparées entr'elles ſous les divers points de vue qu'elles peuvent offrir.

On ne peut nier que la découverte de ces périodes, ne fut vraîment utile pour l'Agriculture & la Médecine; ces deux ſciences qui ne ſont preſque que des ſuites de conjectures, ſeroient bien eſſentiellement perfectionnées, ſi après avoir établi par la comparaiſon des

obſervations météorologiques, rurales & médicinales, les rapports des variations de l'athmoſphère avec les productions de la Terre & les maladies de ſes habitans, on en venoit au point de prévoir ces variations & d'aſſigner avec un certain degré de préciſion leur influence & leur durée.

On ignore encore ſi la peſanteur & la température moyenne de l'athmoſphère ſont conſtantes ; on n'a point d'obſervations anciennes qu'on puiſſe comparer aux modernes pour en tirer des concluſions certaines à cet égard ; les obſervations météorologiques n'ont guères commencé qu'avec ce ſiècle, la chaleur ſemble, il eſt vrai, ſuivre dès lors une progreſſion ſenſiblement décroiſſante, mais l'intervalle n'eſt pas aſſez conſidérable, & les obſervations elles-mêmes ne ſont point aſſez ſûres pour qu'on puiſſe regarder dès-à-préſent cette induction comme une vérité phyſique ; nos deſcendans jouiront peut-être d'obſervations aſſez anciennes & aſſez exactes pour établir ce fait remarquable, & nous devons chercher à ne pas mériter de leur part les reproches que nous ſerions en droit de faire à quelques égards à ceux qui nous ont précédé.

Les réſultats moyens des obſervations météorologiques, & ſur-tout de celles qui ont la chaleur pour objet, donnent une idée juſte de ce qu'on doit appeller le *Climat* de chaque lieu ; ils montrent combien les cauſes locales, telles que le voiſinage des montagnes, la hauteur abſolue ſur le niveau de la mer, ont plus d'influence ſur le climat de différens lieux, que leur diſtance à l'Equateur conſidérée abſtraitement.

Le degré de préciſion que la meſure des hauteurs par le baromètre a acquiſe de nos jours, fait qu'on peut déduire des obſervations ſuivies de cet inſtrument dans un même lieu, la hauteur de ce lieu ſur le niveau de la mer d'une manière aſſez exacte, & d'autant plus ſûre que les obſervations ſont plus nombreuſes ; cette détermination eſt également intéreſſante par ſon influence ſur le Climat, & par ſa liaiſon avec la Géographie phyſique.

Les obſervations du baromètre ſédentaire peuvent ſervir ſous divers autres points de vue aux progrès de la Phyſique ; en raſſemblant, par

exemple, comme on l'a fait ici pour la première fois, les obſervations faites à-peu-près à la même heure du jour, la comparaiſon des hauteurs moyennes du baromètre dans ces époques, donne une certaine différence diurne moyenne du poids de l'air dans un même lieu, & les hauteurs moyennes du thermomètre obſervées dans le même tems, peuvent indiquer à peu-près l'effet de la chaleur ſur cette différence; on verra ci-après que ces obſervations ſont encore ſuſceptibles d'autres combinaiſons intéreſſantes.

Enfin, la comparaiſon d'obſervations météorologiques faites en différens pays, ouvre une vaſte carrière aux recherches rélatives à la marche des grandes variations de l'athmoſphère, à leur étendue, à leur rapport avec les phénomènes céleſtes, & peut conduire à de belles découvertes ſur les cauſes de ces variations.

Les obſervations dont j'offre à la Société les réſultats pour l'année 1778, ont été faites avec ſoin & aſſiduité & ſe continuent de même; je me propoſe, d'après la demande des Comités, de les publier annuellement dans ſes Mémoires, à-peu-près ſous la même forme où elles paroiſſent aujourd'hui. Je dois en conſéquence décrire ici, une fois pour toutes, les inſtrumens que j'employe, & indiquer les corrections qu'ont ſubi les obſervations avant qu'on en conclut les moyennes que les Tables renferment; ces détails donneront une idée de la préciſion à laquelle j'ai cru devoir m'attacher & régleront le degré de confiance que méritent les réſultats.

Le baromètre, dont je me ſuis principalement ſervi, eſt à réſervoir ou à boule, le diamètre intérieur de ſon tube eſt de 3 lignes $\frac{1}{2}$, & celui du réſervoir d'un peu plus de 17 lignes; il réſulte de cette proportion, qu'à une variation d'un pouce dans le tube, répond un changement de $\frac{1}{170}$. de ligne dans le niveau du mercure du réſervoir qu'on peut regarder comme cylindrique dans cet eſpace; ce baromètre a été purgé d'air par le feu deux fois conſécutivement, il porte une diviſion par quarts de lignes, on eſtime fort bien à l'œil le quart d'une de ces diviſions qui fait $\frac{1}{170}$. de ligne, & les obſervations ſe notent en pouces, lignes & ſeizièmes de lignes du pied de Paris: la diviſion a été adaptée au baromè-

tre, non point d'après aucune meſure priſe du niveau du mercure dans le réſervoir, méthode pour l'ordinaire peu exacte, mais en le mettant d'accord à la hauteur de 27 pouces avec un excellent baromètre portatif à ſyphon conſtruit ſuivant les principes de M. De Luc.

A ce baromètre eſt joint un thermomètre de mercure qui porte une diviſion particulière qu'on doit encore à M. De Luc, elle eſt deſtinée à corriger l'effet de la chaleur ſur le mercure contenu dans le baromètre; le zéro de cette diviſion répond au dixième degré au-deſſus de la glace du thermomètre appellé *de Réaumur* & ſix degrés en font préciſément cinq de Réaumur; chacun de ces degrés répond à $\frac{1}{10}$. de ligne à ajouter ou à retrancher à la hauteur obſervée du baromètre ſelon que les degrés ſont au-deſſous ou au-deſſus du zéro de l'échelle; on a l'avantage de réduire ainſi toutes les obſervations à une même température & cette correction n'eſt pas indifférente, car le ſeul effet de la chaleur ſur le mercure, entre les deux températures extrêmes qu'on peut éprouver de l'Hiver à l'Eté dans l'intérieur des appartemens, fait tenir le baromètre d'une ligne $\frac{1}{2}$ plus haut en été qu'en hiver, à poids égal de l'athmoſphère.

Le thermomètre deſtiné à indiquer la température de l'air extérieur, eſt auſſi de mercure & conſtruit avec beaucoup de ſoin; ſa diviſion eſt celle qu'on nomme improprement de *Réaumur*, elle eſt de 80 parties égales entre le point de la glace qui fond & celui de l'eau bouillante le baromètre étant à 27 pouces, j'appellerai ce thermomètre *commun* à l'exemple de M. De Luc; ſa boule eſt parfaitement iſolée & indépendante de la monture, il eſt ſuſpendu en dehors & à quelque diſtance du mur d'une croiſée ſur laquelle le ſoleil ne donne jamais, & on note l'obſervation en degrés & dixièmes de degrés.

On a obſervé le baromètre & les deux thermomètres en même tems deux fois le jour dans les huit premiers mois de l'année 1778, & trois fois le jour dans les quatre derniers mois; on a continué dès lors ſans interruption à faire trois obſervations dans les 24 heures, en s'attachant plus particulièrement à les faire aux mêmes heures, ſavoir 8 heures du matin, 2 heures après midi & 10 heures du ſoir.

Chacune des obſervations du baromètre a été ſoumiſe à pluſieurs corrections ou réductions avant que de conclure les moyennes.

La première de ces corrections étoit rélative au changement de niveau qui a lieu dans le réſervoir, lorſque le mercure monte ou deſcend dans le tube ; j'avois placé la diviſion de manière que cette correction étoit nulle à 27 pouces, additive au-deſſus & ſouſtractive au-deſſous d'après la proportion aſſignée ci-deſſus de $\frac{1}{16}$. de ligne de variation dans la boule pour un pouce dans le tube, cette correction pouvoit aller juſqu'à près d'une ligne dans les cas extrêmes.

La ſeconde correction avoit pour objet l'effet de la chaleur ſur le mercure du baromètre ; on a ajouté ou retranché autant de ſeizièmes de ligne à la hauteur obſervée, que le thermomètre de correction dont j'ai parlé indiquoit de degrés au-deſſous ou au-deſſus de zéro dans chaque obſervation, & on les a ainſi toutes réduites à la température moyenne de 10 degrés du thermomètre commun.

Enfin on a rapporté toutes les obſervations du baromètre au niveau de notre Lac en été ; comme elles n'avoient pas été toutes faites dans le même lieu, il devenoit néceſſaire pour les rendre comparables entr'elles, de les réduire à un terme commun, & dans ce cas le niveau du Lac méritoit à tous égards la préférence ; il eſt élevé d'après les obſervations de M. De Luc, de 188 toiſes de France au-deſſus de la mer Méditerranée ; le lieu où j'obſervois pour l'ordinaire eſt élevé de 90 pieds au-deſſus du Lac, & j'ai ajouté en conſéquence à chaque obſervation, pour la réduire à ce niveau, une quantité qui varioit depuis une ligne $\frac{4}{16}$ juſqu'à une ligne $\frac{1}{16}$ entre les deux extrêmes de froid & de chaleur que cette colonne d'air de 90 pieds pouvoit éprouver ; j'ai pouſſé l'exactitude dans cette correction comme dans toutes les autres juſqu'aux trente-deuxièmes de ligne.

Les circonſtances ne m'ont pas permis d'obſerver toujours dans le même lieu ; pluſieurs obſervations ont été faites à *Cartigny* à deux lieues au Sud-Oueſt de Genève, dans un endroit élevé de 196 pieds au-deſſus du niveau du Lac ; mais on ſait que les variations de l'athmoſphère ſe propagent avec une aſſez grande rapidité pour qu'une

distance à-peu-près horizontale de deux lieues ne fasse pas différer sensiblement la marche de deux baromètres, sur-tout lorsqu'il s'agit de *Moyennes*. J'ai apporté, dans ces dernières observations, les mêmes précautions que dans toutes les autres, & la hauteur de ce second baromètre, sur le niveau du Lac, très-exactement déterminée par une moyenne entre 64 observations correspondantes, a fourni la correction nécessaire pour réduire les observations à ce niveau; cette correction toujours additive, mais variable suivant la chaleur de l'air, se trouvoit renfermée entre les extrêmes de 2 lignes $\frac{5}{12}$ & 2 lignes $\frac{11}{12}$.

J'ai cherché par ces corrections, qui font l'objet d'un travail assez long & ingrat, & qui pourroient paroître minutieuses aux personnes qui n'ont pas réfléchi sur cette matière, à dégager la marche du baromètre de toutes les influences étrangères au poids de l'air, influences dont les effets tantôt se compensent & tantôt s'accumulent & produisent ainsi des irrégularités très-sensibles, dont il faut dépouiller la marche du baromètre pour qu'elle puisse être regardée comme la représentation fidèle & exacte des variations de l'atmosphère.

Les observations, ainsi corrigées & réduites ont été rangées par colonnes d'un mois chacune; j'ai adopté cet ordre comme le plus propre à rendre les résultats comparables à ceux des autres pays, parce qu'il est assez généralement suivi; car j'ai lieu de présumer, d'après un travail fait sur d'autres années, que des divisions rélatives à certaines positions de la Terre dans son orbite, & aux aspects de la Lune, auroient été plus fertiles en conséquences. On a additionné chaque colonne séparément, & divisé la somme par le nombre des observations; ces résultats moyens sont les seuls qu'on publie aujourd'hui, les observations elles-mêmes formoient un volume trop considérable pour en grossir les Mémoires de la Société; j'ai d'ailleurs suppléé en partie à cette omission, comme on le verra ci-après; mais quoique je n'aie pas cru devoir les publier, ces observations n'en sont pas moins à la disposition des amateurs de la Physique qui voudront les consulter, soit pour leur comparer des observations correspondantes faites dans quelques lieux dont on chercheroit à connoître la hauteur, soit pour tel autre but qui pourra les intéresser.

La première des deux Tables renferme trois colonnes principales, deſtinées comme leur titre le porte, l'une aux obſervations du matin, l'autre à celles faites vers midi, & la troiſième à celles du ſoir; chacune de ces colonnes principales eſt ſubdiviſée en quatre plus petites qui renferment pour chaque mois les heures moyennes des Obſervations, les hauteurs moyennes du baromètre en pouces, lignes & ſeizièmes de lignes avec une décimale; les hauteurs moyennes du thermomètre à l'air libre, exprimées en degrés du thermomètre *commun*, avec deux décimales; enfin la variation moyenne du baromètre dans l'intervalle des obſervations, exprimée en ſeizièmes de ligne avec une décimale.

Les colonnes qui renferment les hauteurs moyennes du baromètre fourniſſent quelques remarques intéreſſantes.

On voit d'abord ces hauteurs plus conſtantes dans les mois d'Eté que dans ceux d'Hiver.

Le mois d'Octobre a donné la moindre hauteur moyenne, & celui de Décembre la plus grande; le premier de ces deux mois a été ſingulièrement pluvieux, & le dernier nous offre la plus grande hauteur du baromètre qu'on ait obſervée depuis bien long-tems; mais on remarque ſur-tout, en comparant les trois colonnes des hauteurs du baromètre, que cette hauteur eſt moindre dans les obſervations du milieu du jour que dans celles du matin & du ſoir; la hauteur moyenne de toute l'année, réſultante des obſervations de l'après midi, eſt de 27 pouces o ligne $\frac{5}{16}$, & celle du ſoir de 27 pouces, o ligne $\frac{92}{160}$ plus grande de plus d'un quart de ligne, & ſi on veut comparer les trois colonnes en ne prenant pour cet effet que les quatre derniers mois, on trouve

	pouc.	*lig.*	*ſeiz.*
pour la moyenne du matin	27.	0.	13, 6.
vers midi	27.	0.	9, 2.
du ſoir	27.	0.	12, 9.

la même différence d'environ un quart de ligne ſe trouve entre les obſervations de l'après-midi & celles du ſoir, & celles du matin ſurpaſſent encore en hauteur ces dernières.

La colonne des *variations moyennes* offrant une combinaiſon nouvelle en ſon genre, exige quelques explications.

Les changemens dans le poids & le reſſort de l'air, qui font monter & deſcendre le baromètre, ne ſont point également fréquens, ni d'une égale étendue dans le cours de l'année, & c'eſt à l'indication de cette mobilité plus ou moins grande de l'athmoſphère, qu'eſt deſtinée la colonne des *variations moyennes*; cette variabilité eſt exprimée immédiatement par le mouvement du mercure dans le baromètre pendant le tems écoulé entre des obſervations ſucceſſives; on a donc pris ſucceſſivement les différences des hauteurs obſervées le matin, l'après-midi & le ſoir; on a formé de ces différences trois colonnes correſpondantes aux trois intervalles entre les heures des obſervations; on a additionné ces colonnes pour chaque mois, & diviſé leurs ſommes par le nombre des obſervations, ce qui a produit les variations moyennes dont il eſt ici queſtion.

Ces variations comprennent indiſtinctement les oſcillations du baromètre dans les deux ſens d'aſcenſion & d'abaiſſement; mais on trouve aiſément, ſi l'on veut, combien l'un ſurpaſſe l'autre en recourant aux hauteurs moyennes; il eſt clair, par exemple, que la quantité dont celles du ſoir ſurpaſſent celles de l'après-midi, indique de combien le baromètre a plus monté qu'il n'a deſcendu dans cet intervalle.

On obſervera que cette variation moyenne eſt bien différente dans les divers tems de l'année, on la voit, par exemple, dans le mois de Février de $\frac{197}{160}$. de ligne entre les obſervations du ſoir à 10 heures, & celles du lendemain vers midi, tandis qu'au mois de Juillet elle n'eſt que de $\frac{27}{160}$. de ligne, c'eſt-à-dire, environ le tiers de la précédente, dans la même portion des 24 heures, & la ſeule inſpection des colonnes montre que cette variabilité eſt beaucoup plus grande en Hiver qu'en Eté.

On peut remarquer auſſi qu'elle s'eſt trouvée la plus grande dans l'intervalle qui répond à la nuit, & la moindre du matin à l'après-midi, ſans ſuivre cependant le rapport des tems écoulés; cette variabilité de $\frac{122}{160}$. de ligne, qui eſt la moyenne de cette année dans l'intervalle nocturne, répond à une mobilité de $\frac{1}{433}$ dans la preſſion totale de la colonne moyenne d'air qui pèſe ſur le Lac de Genève.

La

La ſeconde Table renferme les plus grandes & moindres hauteurs du baromètre obſervées chaque mois avec les jours & les heures des obſervations; on y a joint auſſi une colonne qui donne la variation totale pour chaque mois, & qui n'eſt autre choſe que la différence des nombres des deux précedentes; on verra en la parcourant, quelle ſuit à-peu-près la même marche que celle des variations moyennes, & cela eſt aſſez naturel; la variation totale dans le mois de Juillet n'eſt que d'environ 4 lignes, tandis qu'en Février & en Décembre on la voit de plus de 15 lignes, c'eſt-à-dire plus grande à-peu-près dans le rapport de quatre à un.

La moindre hauteur du baromètre a été obſervée le 4e. Mars vers midi, de 26 pouces 2 lignes $\frac{65}{100}$, & la plus grande le 26 Décembre à 8 heures $\frac{1}{4}$ du ſoir de 27 pouces 9 lignes $\frac{7}{10}$; la différence de ces deux hauteurs, donne 19 lignes pour la variation totale de cette année, & répond à une différence d'environ $\frac{1}{17}$. dans la preſſion de l'athmoſphère qu'on éprouve à Genève.

On trouve à la ſuite des Tables une figure, qui repréſente par une ligne courbe, la marche du baromètre pendant toute l'année; les lignes horizontales du chaſſis, diſtantes entr'elles d'une ligne du pied de roi, indiquent les hauteurs obſervées, & les intervalles compris entre les lignes verticales répondent à chacun des jours de l'année & ont deux lignes de largeur; ces dimenſions ſont arbitraires, ce ſont celles qu'on a employé pour le même objet dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, je les ai choiſies par cette raiſon pour rendre les courbes plus facilement comparables, & il ſeroit à ſouhaiter qu'on adoptât cette même échelle par-tout où l'on cherchera à repréſenter les obſervations de cette manière.

L'obſervation elle-même eſt indiquée par un point placé ſoigneuſement à l'égard des lignes horizontales & verticales, dans le lieu qui convient à la hauteur obſervée & à l'heure de l'obſervation; on a fait paſſer par tous ces points une ligne, dont les inflexions plus ou moins fréquentes ou plus ou moins prononcées, font voir d'un coup-d'œil la nature & la marche des variations de l'athmoſphère qu'elles expriment.

Les quatre bandes horizontales renferment chacune un intervalle de trois mois, elles différent en largeur, parce qu'on ne leur a donné dans ce ſens que l'étendue néceſſaire pour comprendre les hauteurs ou abaiſſemens extrêmes de chaque Trimeſtre. J'ai cru devoir y placer les Phaſes de la Lune, ſon Apogée, & ſes plus grandes Déclinaiſons boréales & auſtrales, pour qu'on pût, en comparant ces aſpects avec les portions de la courbe qui leur correſpondent, chercher s'il exiſte quelque rapport bien ſenſible entre ces Phénomènes, & les variations de l'athmoſphère dont le baromètre eſt l'indice & la meſure : la lettre *A* indique la plus grande Déclinaiſon auſtrale, c'eſt-à-dire, le jour où la lune paſſe au Méridien avec la moindre hauteur, & *B* la plus grande déclinaiſon boréale, c'eſt-à-dire, le jour du mois où la lune eſt le plus élevée ſur l'Horizon à ſon paſſage au Méridien, & où ſon action, dans nos climats, doit être à cet égard la plus directe.

On s'eſt attaché à placer avec beaucoup de préciſion les points qui repréſentent les obſervations une à une, pour qu'ils puiſſent ſuppléer en quelque manière au recueil de ces mêmes obſervations ; on pourra donc trouver une hauteur quelconque du baromètre, & l'heure où elle a été obſervée par la poſition du point qui la repréſente, rélativement aux lignes horizontales & verticales entre leſquelles il ſe trouve, ſans craindre une erreur de plus d'un ou deux ſeizièmes de ligne dans la hauteur, & d'une heure dans le tems ; chacune des lignes verticales répond à minuit, & les chiffres placés à l'extrémité des lignes horizontales indiquent les hauteurs du baromètre de trois en trois lignes.

Je terminerai cet expoſé par quelques remarques générales ſur la température de l'année.

On n'a éprouvé dans l'Hiver aucun froid remarquable, le plus grand qui ſe ſoit fait ſentir aux heures ordinaires des obſervations a été ſeulement de 4 degrés au-deſſous de la glace les 8, 9 & 10 Janvier, & dans les 15 derniers jours du mois, le thermomètre s'eſt vu conſtamment au-deſſus de zéro ; mais quoique le froid n'ait été ni long ni conſidérable, la végétation s'eſt montrée plutôt tardive que précoce.

On a éprouvé le 16e Juin un froid aſſez rare dans la ſaiſon, il eſt

combé de la neige sur le Jura & même sur Saléve, & le lendemain 17 à 6 heures du matin, le thermomètre étoit à 5 degrés $\frac{1}{2}$ au-dessus de la congélation.

L'Eté n'a point offert de chaleur extraordinaire, on n'a pas vu le thermomètre plus haut que 23 degrés dans les observations de l'après-midi; mais il est monté très-fréquemment jusqu'à ce point dans le mois d'Août, & en général cette saison a été chaude & séche; on a éprouvé vers la fin d'Août un vent de Nord violent qui a duré plusieurs jours, il a achevé de dessécher la Campagne qui souffroit déja beaucoup de la sécheresse, & soufflant sur le Lac dans le tems où ses eaux sont les plus hautes, il a causé des dégats sur ses bords.

Une pluie assez abondante est venue le 7 Septembre mettre fin à la sécheresse; l'automne a été excessivement pluvieuse, & cette année doit faire époque chez nous à cet égard, puis qu'il est tombé du 7e. Septembre au 12e. Novembre, en 65 jours, près de 23 pouces d'eau, c'est-à-dire, 3 à 4 pouces de plus qu'il n'en tombe pour l'ordinaire à Genève dans une année entière: les pluies de la fin d'Octobre étant accompagnées de vents chauds, ont causé de grandes inondations dans les Alpes par la fonte des neiges, l'Arve étoit le 26 d'une hauteur à laquelle on ne l'avoit pas vue depuis long-tems, elle couvroit une partie des jardins & l'avenue du pont du côté de la ville étoit inondée.

Le mois de Décembre constamment beau, nous offre une hauteur du baromètre bien remarquable, & la plus grande sans doute qu'on ait vu à Genève depuis qu'on l'y observe, il étoit comme nous l'avons dit le 26 Décembre à 8 heures $\frac{1}{4}$ du soir à 27 pouces 9 lignes $\frac{7}{10}$. le tems calme & couvert, & le thermomètre à un degré $\frac{1}{2}$ au-dessus de la congélation.

Le baromètre de la Société Royale étoit à Londres, le même jour à deux heures après midi, à 30 pouces $\frac{81}{100}$, le thermomètre étoit à 40, & celui du baromètre à 45 de l'échelle de Fahrenheit; cette observation réduite au pied de France, & à la température du zéro de l'échelle de correction, donne 28 pouces 11 lignes $\frac{26}{100}$, le ciel étoit serein & l'air extérieur à environ 3 degrés $\frac{1}{2}$ au-dessus de la glace

de la diviſion appellée de Réaumur ; le baromètre déja plus haut à cette heure-là qu'il n'eût été de l'année, continua probablement à s'élever juſqu'au ſoir, & il ſeroit à ſouhaiter qu'on eût cherché à ſaiſir le moment où il ceſſa de monter.

Cette grande hauteur fut auſſi obſervée à Paris le même jour à 10 heures du ſoir par M. Meſſier aſtronome de la marine ; ſon baromètre monta à 28 pouces 9 lignes $\frac{8}{12}$, le thermomètre étant à demi degré au-deſſus de zéro, le vent N. E. & le Ciel ſans nuages ; il ajoute, en publiant cette obſervation, que depuis qu'on obſerve à Paris la hauteur du mercure dans le baromètre, on ne ſe ſouvient pas qu'il ait monté auſſi haut.

Sans prétendre que cette correſpondance, non-ſeulement du jour, mais preſque de l'heure entre l'obſervation de Paris & la nôtre, ait toujours lieu d'une manière auſſi frappante, on voit cependant que les grandes modifications de l'athmoſphère s'étendent au loin, conſéquence déja connue des Phyſiciens, mais que d'autres obſervations m'ont encore donné lieu de vérifier, & que ſon rapport, avec la meſure des hauteurs par le baromètre, rendroit ſeul intéreſſante.

Table I.

1778. Mois.	MATIN. Heures moy. des Observat.	MATIN. Hauteurs moyennes du Barométre.	MATIN. Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	MATIN. Variat. moy. du Baromèt.	VERS MIDI. Heures moy. des Observat.	VERS MIDI. Hauteurs moyennes du Barométre.	VERS MIDI. Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	VERS MIDI. Variat. moy. du Baromèt.	SOIR. Heures moy. des Observat.	SOIR. Hauteurs moyennes du Barométre.	SOIR. Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	SOIR. Variat. moy. du Baromèt.
	H. M.	pouc. lig. seiz.		seiz. de lig.	H. M.	pouc. lig. seiz.		seiz. de lig.	H. M.	pouc. lig. seiz.		seiz. de lig.
Janvier	....	.....	....	....	1. 30	26. 10. 14,6	0,71	10,6	11. 5	26. 11. 8,9	— 0,12	16,5
Février	....	.....	....	....	0. 17	26. 11. 11,0	1,91	17,2	10. 47	26. 11. 6,9	+0,54	19,7
Mars	....	.....	....	....	0. 46	26. 10. 13,3	5,43	13,3	10. 3	26. 11. 0,8	4,20	15,7
Avril	....	.....	....	....	11. 24	26. 10. 12,1	10,08	10,5	10. 30	26. 11. 11,6	8,52	10,6
Mai	....	.....	....	....	11. 58	27. 1. 0,5	13,82	9,1	10. 7	27. 1. 1,3	11,46	10,7
Juin	....	.....	....	....	0. 39	27. 1. 7,2	15,40	9,2	9. 44	27. 1. 1,2	12,59	9,1
Juillet	....	.....	....	....	11. 40	27. 1. 2,9	19,10	5,5	10. 12	27. 1. 4,3	16,04	7,7
Août	....	.....	....	....	0. 39	27. 1. 9,6	19,21	7,6	10. 4	27. 1. 13,8	15,07	7,8
Septemb.	7. 7	27. 0. 10,4	8,86	7,7	1. 29	27. 0. 6,4	13,28	9,7	10. 15	27. 0. 10,8	10,01	8,9
Octobre	8. 0	26. 10. 13,4	7,61	8,7	1. 35	26. 10. 6,2	9,26	10,2	10. 19	26. 10. 14,6	8,14	11,1
Novemb.	7. 57	27. 1. 3,3	3,70	10,9	1. 34	27. 1. 0,5	5,88	9,7	9. 51	27. 1. 3,8	4,20	14,7
Décemb.	8. 22	27. 2. 11,2	2,72	9,0	1. 26	27. 2. 7,6	4,54	14,4	10. 28	27. 2. 6,3	3,15	13,9
moyen. des 4 dern. mois	7. 51	27. 0. 13,6	5,72	9,1	1. 31	27. 0. 9,2	8,24	11,0	10. 13	27. 0. 12,9	6,37	12,1
moyennes de l'année.	....	.....	....	....	0. 35	27. 0. 5,0	9,88	10,6	10. 17	27. 0. 9,2	7,82	12,2

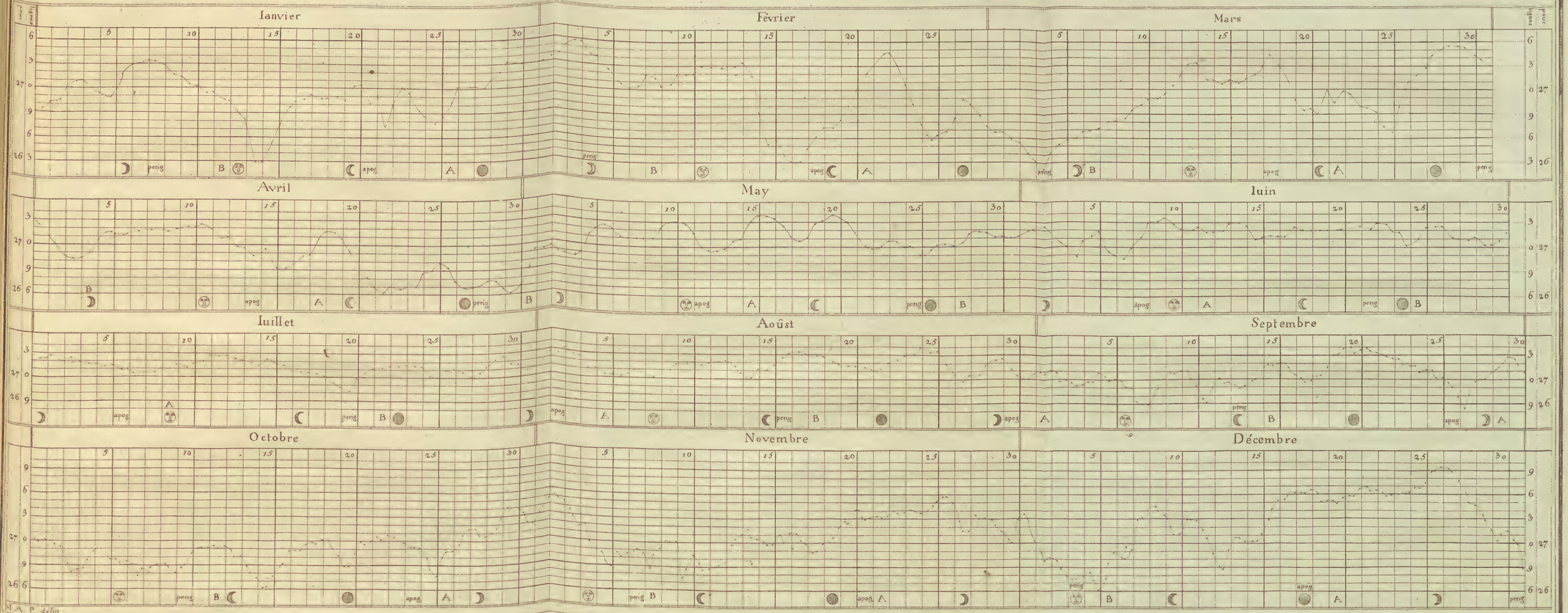
Table II.

1778. Mois.	Jours du Mois.	Heures des Observations. matin. H. M.	Heures des Observations. soir. H. M.	Plus grandes hauteurs du Barometre. pouc. lig. seiz.	Jours du mois.	Heures des Observations. matin. H. M.	Heures des Observations. soir. H. M.	Moindres hauteurs du Barometre. pouc. lig. seiz.	Variation totale dans le mois. lig. seiz.
Janvier	7	. . . .	11. 30	27. 3. 2,0	24	. . .	2.. 0 11. 0	26. 2. 15,5	12. 8,5
Février	3	. . . .	0. 0 11. 0	27. 5. 12,5	16 17	11. 0	11. 30	26. 3. 1,5	14. 11,0
Mars	29	. . . .	9. 0	27. 5. 8,0	4	. . . .	0. 30	26. 2. 6,5	15. 1,5
Avril	1 11	8. 0 6. 0	. . . .	27. 2. 6,5	30	6. 30	. . . .	26. 6. 3,5	8. 3,0
Mai	15	. . . .	10. 30	27. 3. 13,5	1	. . . .	0. 45	26. 9. 5,5	6. 8,0
Juin	9	. . . .	10. 0	27. 3. 10,0	7	11. 30	. . . .	26. 10. 8,0	5. 2,0
Juillet	11	. . . .	10. 30	27. 2. 10,5	19	. . . .	10. 15	26. 10. 12,0	3. 14,5
Août	14	. . . .	10. 30	27. 3. 13,5	27	. . . .	1. 45	26. 11. 10,0	4. 3,5
Septemb.	20	7. 0	. . . .	27. 4. 1,5	27	7. 30	. . . .	26. 8. 6,0	7. 11,5
Octobre	30	8. 0	. . . .	27. 4. 1,0	15	8. 0	. . . .	26. 6. 4,5	9. 12,5
Novemb.	26	. . . .	0. 30	27. 5. 9,5	10	8. 0	. . . .	26. 7. 9,5	10. 0,0
Décemb.	26	. . . .	8. 45	27. 9. 7,0	5	. . . .	10. 0	26. 6. 3,5	15. 3,5
		Moyennes		27. 4. 8,5				26. 7. 1,8	
				27. 0. 13,1					

FIN.

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA SEVILLA

Tableau de la marche du Barometre à GENEVE en 1778. dégagée des influences étrangéres aux variations dans le poids de l'Athmosphére



M A P delin

MEMOI
DE LA
SOCIETE
TOM. I.

colorchecker CLASSIC
calibrite
mm